

(12)

CATECHISMO

DI

COSTRUZIONE CIVILE

PER

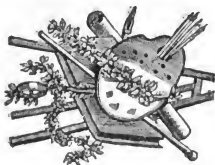
STRADARE I MURATORI NE' PRINCIPII DELL' ARTE LORO

OPERETTA

AD USO DELLE SCUOLE DEL REGNO

DELL' ARCHITETTO

Gennaro Tannaccaro

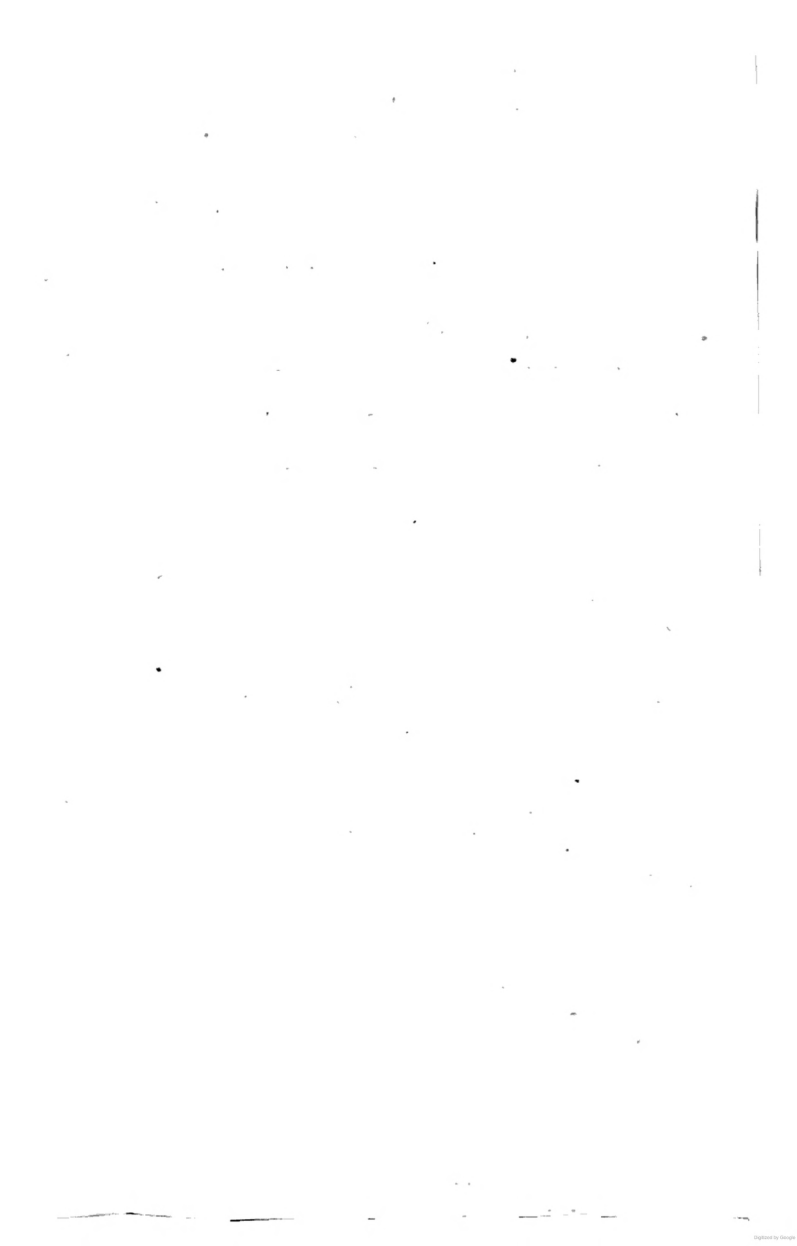


Napoli

STABILIMENTO TIPOGRAFICO ALL' INSEGNA DELL' ANCORA

VICO DE' MAJORANI N.° 43

◆ 1843 ◆



ISTRUZIONI ELEMENTARI
PER
L' ARTE DEL MURATORE

CAPO I.

CONOSCENZA DE' MATERIALI, E MODO DI ADOPEARLI

LEZIONE PRIMA

Delle pietre in generale.

Le pietre sono di quattro classi, cioè argillose, calcaree, gessose, e scintillanti, o sia che battute coll'acciaio danno il fuoco:

1.^a classe, pietre argillose.

I caratteri che distinguono queste pietre sono, l'indurire al fuoco ordinario, il non fare effervescenza negli acidi, e il non ridursi nè in calce, nè in gesso.

2.^a Classe, pietre calcaree.

Queste chiamansi calcaree, perchè messe per un dato tempo, al calore del fuoco si riducono in calce. Una delle qualità delle pietre calcaree si è, che battute coll'acciarino non danno fuoco. Le cave di pietre calcaree sono d'ordinario di strati situati l'uno sopra l'altro, quasi sempre orizzontalmente; questa qualità di pietre è buona per la costruzione.

3.^a Classe, pietre gessose.

Queste se sono colpite coll'acciarino non danno scintille, ma se per qualche tempo si sottopongono all'azione del fuoco producono una specie di calce chiamata gesso, di cui a suo tempo parleremo. La pietra da gesso non ha consistenza bastante per essere impiegata nelle costruzioni, perchè si frange sotto al peso, e si decompone all'umido.

4.^a Classe, pietre scintillanti.

Di queste pietre alcune resistono al fuoco più violento, come sono le pietre focaie, le pietre da macina; altre ad un grandissimo fuoco si vetrificano, come sono i graniti i porfidi, ec. ec.

Le pietre di buona qualità hanno la grana fina ed omogenea, la tessitura compatta ed uniforme, debbono resistere alla umidità ed al gelo, e non ischeggiarsi all'azione del fuoco. Poche pietre riuniscono tutte queste qualità, ond'è che la prima cura di un muratore incaricato dell'esecuzione di una fabbrica, debb'essere quella, di esaminare le pietre usate nel paese ove si deve edificare, per servirsi delle più adatte.

Si è conosciuto con l'esperienza, che le pietre scintillanti, cioè che fanno fuoco coll'acciarino, resistono a tutte queste prove, meglio delle pietre calcaree. Le pietre calcaree che sono meno dure si lavorano più facilmente, ma sono anche meno forti e resistenti alle intemperie dell'aria, oltre di che si scheggiano al fuoco in caso d'incendio.

Il tufo è una pietra grigio giallastra, assai tenera quando esce dalla cava, ma indurisce all'aria e si conserva assai bene. Se ne trovano tanto in Napoli, che nelle vicinanze delle cave eccellenti. Il tufo per la sua porosità fa un corpo con la malta, onde le murature costrutte con questa pietra sono eccellenti, ed hanno il vantaggio di essere leggiera.

Quando si bagna una pietra , se assorbe rapidamente l'acqua ed aumenta di peso , allora essa è poco propria a resistere alla umidità. Le pietre della stessa specie più sono pesanti, più sono dure e resistenti.

LEZIONE SECONDA

De' mattoni.

I mattoni sono una specie di pietre che l'arte fabbrica per supplemento delle pietre naturali , l'uso n'è frequentissimo nella costruzione degli edifizî.

I mattoni non debbono essere di terra arenosa , pietrosa , o sabbionosa , 1.º perchè di questa materia riescono pesanti , 2.º quando sono bagnati dalle piogge si sfarinano e si sfogliano. La terra migliore per i mattoni dev'essere grassa , forte , di color biancastro , o grigiastro. In fine la terra è buona pe' mattoni , se dopo piccola pioggia resti attaccata alle scarpe di chi vi cammina sopra , vi si ammassi in gran quantità , e difficilmente si stacchi , o se compressa fra le mani può dividersi a stento.

Il tempo opportuno per fare i mattoni è nel mese di maggio , o in quel torno , giacchè in tale stagione essi hanno tutto il tempo di seccare , e sono quindi più atti ad essere posti al forno.

Il mattone di color giallo che tira un poco al rosso pallido è buono , essendo ordinariamente composto di una terra grassa , come quella di cui abbiamo parlato , il mattone è anche buono se dà un suono netto. Talvolta accade , che i mattoni fatti di buona terra ed egualmente preparati sono di diverso colore , e quindi di diverse qualità , che si manifestano , vedendo gli uni più rossi degli altri. I più pallidi sono di pessima qualità , perchè posti nel forno in luoghi ove il fuoco non ebbe forza bastante per cuocerli ; esposti poi al gelo si screpolano , s'infrangono per la poca resistenza di cui sono forniti , e facilmente si risolvono in polvere.

La prova più certa per conoscere la bontà de' mattoni, quando trattasi di qualche opera d'importanza, è quella di esporli al gelo sul terreno in tempo d'inverno, ed allora quanti avranno resistiti senza sfogliarsi, e non si saranno considerabilmente alterati, potranno essere messi in opera con tutta sicurezza.

LEZIONE TERZA

Qualità della calce e modo di spegnerla.

Considerandosi la calce come l'anima della muratura, è necessario essere bene istruito su tutto che vi si riferisce, perchè nell'usarne, si giunga allo scopo principale che bisogna proporsi nella costruzione degli edifici, cioè che i materiali non facciano che un masso solo.

La calce è una pietra calcinata, che si stempera coll'acqua. Per fare della buona calce bisogna servirsi di pietre durissime, pesanti e bianche, e fra queste è da preferirsi il marmo bianco. La pietra cavata di fresco è migliore per fare la calce, che quella raccolta ed ammucchiata da qualche tempo, e particolarmente quella delle cave umide, ed all'ombra, a preferenza di quelle rese troppo asciutte dal sole e dai venti. I ciottoli che si trovano su le montagne, o nei fiumi e nei torrenti, e certe pietre dure e spugnose, che spesso si trovano nelle campagne, danno una buonissima calcina, che riesce bianca e pulita, e che è buona adoperarla per l'intonaco de' muri; i ciottoli però che siano sempre della classe calcarea.

Vale molto meglio adoperare il carbon fossile che il legno per cuocere la calce; perchè non solo si cuoce più presto, ma rende la calce più grassa e più untuosa.

Quando la calce si è tolta dalla fornace, per ben ispegnerla bisogna mettervi la giusta quantità d'acqua: giacchè s'abbrucia se poca; s'affoga se troppa, anzi è meglio gettarvela in più

riprese. La calce è buona, se è ben cotta, se è bianca e grassa, se non è sfiorita, se bagnata dà molto fumo, e se stemperandola si attacca alla mazza.

Alcuni architetti trovano molto necessario che le pietre di calce, sieno da lungo tempo spente, perchè se qualche pezzo fosse meno cotto dell' altro, eseguendosi l'estinzione a bell'agio abbia campo di spegnersi, e stemperarsi anche esso come gli altri; giacchè la calce che si adopera appena uscita dalla fornace e prima che sia estinta del tutto, resta una quantità di piccole pietre men cotte, che producono una specie di pustole, cagionate dal ritardo che mettono nell'estinguersi in parità delle altre parti della calce, e che quindi sbullettano e guastano l'intonaco.

Più la calce è viva più si gonfia estinguendola, richiede una maggiore quantità di sabbia, e fa una malta grassa e buona, che più si lascia riposare, dopo essere stata estinta, più è buona, purchè sia in fosse ben coperte di sabbia. Osserverai benanche essere inutile la calce in polvere, perchè essendo il suo sale cambiato di proprietà, non può più legare colla muratura.

LEZIONE QUARTA

Qualità della sabbia, della pozzolana e del gesso.

La sabbia è una materia composta di parti staccate, che tengono un posto medio tra la terra e le pietre. Vi sono delle sabbie vitree, quarzose, calcaree ed argillose. Vi sono ancora delle sabbie metalliche, contenenti ferro, stagno, rame ed anche oro. Le sabbie si distinguono anche per la grossezza delle parti onde sono formate: si chiamano ghiaie le più grosse; l'arena ha le sue parti meno grosse e più regolari; la sabbia le ha ancora più piccole e meno aride, e finalmente il sabbione le ha finissime.

Si distinguono particolarmente due qualità di sabbia, delle quali si può far uso per fabbricare l'una è la sabbia di cava, de-

ta così perchè si estrae dal terreno , l'altra chiamasi sabbia di fiume , perchè togliesi da' fiumi e dalle correnti. La sabbia di cava bisogna che non sia nè grossa , nè terrosa , cioè che non sia mescolata colle terre , ma debb' esser netta , sicchè sfregandola fra le dita , scricchioli. La sabbia bianca è ordinariamente la meno carica di terra , se ne può far uso con certezza , purchè la grana sia d'una certa grossezza , perchè se è troppo fina non fa corpo colla calce , e la malta da essa formata col tempo riducesi in polvere. La sabbia di fiume è preferibile a quella di cava , perchè meno grassa , e molto migliore per gl'intonachi.

La sabbia di fiume si cava dal suo letto mediante cucchieie fatte a tal uopo. Trovasi ancora una specie di ghiaietta , o sabbione , che è anche buona quando è purgata da ciò che può renderla difettosa : è però meno pregiata della sabbia , perchè non tanto minuta , e mista di piccoli sassolini che non fanno presa colla calce , e per conseguenza possono formare una malta poco atta alla unione delle pietre , a cagione della grossezza e della ineguaglianza delle commessure. Potrà adoperarsi pe' fondamenti e per altri lavori grossolani. Su la riva del mare trovasi una sabbia assai minuta , chiamata rena , usata qualche volta come sabbia ordinaria , ma non è buona atteso che è sempre impregnata di sali marini : nelle paludi se ne trova della buonissima.

Per ben conoscere la qualità della sabbia , gettane in un vase pieno d'acqua limpida , e poi scuotila con la mano , se vedrai che l'acqua diventa nera e torbida la sabbia sarà grassa e terrosa , se al contrario l'acqua sarà limpida come prima , o poco meno , potrai ritenerla pura e netta.

Si fa ancora la malta con una sabbia detta pozzolana , la quale è buonissima , e lega più di qualunque altra malta le pietre , non solo per le murature innalzate a luoghi secchi , ma in particolare per quelle che si fabbricano in mare e nelle acque , facendo corpo quasi subito e indurendosi nell'acqua , come diremo diffusamente altrove.

La pozzolana è una specie di sabbia , che sembra provenire da' frantumi di pietre pomici e lave porose vomitate dal Vesuvio, e da altri vulcani nelle loro eruzioni , e disperse da' venti a considerevoli distanze. Questa materia ha preso il nome dalla città di Pozzuoli , d' onde pare che i Romani abbiano tratta la prima da loro adoperata.

Vi sono più specie di pozzolane ne' contorni di Napoli : cioè grigie , gialle , brune e nere; sono esse miste ad una polvere finissima ed a parti ghiaiose , che facilmente si polverizzano , facendo un piccolo strepito come fanno le pomici. Queste parti sembrano un miscuglio di frammenti di lave porose , di tufo e di pietre pomici. Si fa pure una eccellente malta , mescolando più specie di pozzolane insieme , cioè le più terrose colle più arenose. Allorchè si tratta di costruire nell' acqua , se si mescola la pozzolana grigia di Napoli colla sabbia , col lapillo, e co' ritagli di pietre , la miscela di queste diverse materie, agitata a più riprese , forma un eccellente massiccio , che indurisce nell' acqua di mare , ove diventa più consistente della pietra. La pozzolana si scovre in quasi tutt' i luoghi ove hanno esistito de' vulcani.

Il gesso si fa da una pietra color grigiastro , e si fa cuocere al fuoco come la calce, ma n' è ben diverso ; perchè la calce non può essere adoperata se non mista ad altre materie , che le danno maggior consistenza e corpo , ed il gesso adoperasi puro : purchè si bagni e si pone subito in opera : essendo sua caratteristica qualità , che se non si adopera appena bagnato, si secca, nè può applicarsi più ; la sua principale proprietà è quella di far corpo appena posto in opera ; non v' ha materia che più di questa possa essere utilmente impiegata nelle fabbriche.

Il gesso sarà cattivo se isfiorirà , e se sarà mal cotto , come spesso accade ; quello che trovasi all' estremità del forno , non avendo un grado di calore sufficiente per essere calcinato , quello che si troverà nel mezzo , solamente lo sarà a dovere. Negli importanti lavori di gesso bisognerà servirsi solamente di quello

*image
not
available*

no , è necessario eseguire quest'operazione con tutta la possibile cautela.

I processi da seguire non possono prescriversi in modo preciso , perchè dipendono dalle variabilissime qualità delle sostanze. Vi è della calce viva , che nell'estinguersi , assorbe due volte e mezzo il suo peso d'acqua , per formare una pasta mediocrementemente liquida , come debb'essere per fare la malta comune , senza il bisogno di aggiungere altr'acqua. Si trova altra calce che per formare una pasta di eguale consistenza , consuma una quantità d'acqua eguale al suo peso. Mercè replicati sperimenti si è conosciuto , che per fare una buona malta colla prima di queste paste , bisogna mescere tre quarti di sabbia di fiume , con una parte e mezzo di calce , e che usando della seconda ne occorrono due parti per tre della stessa sabbia. Convieni osservare che nella prima di queste malte la quantità di calce in pasta è metà di quella della sabbia , e che nel secondo , non è che i due terzi.

Se avrai sabbia di terra , rozza al tatto , ne formerai tre parti di essa ed una di calce ; farai un miscuglio esatto di queste materie , e l'agiterai quindi , aggiungendo la quantità d'acqua necessaria ne farai una malta grassa. Se invece è sabbia di terra , bianca , rossa , ec. ec , e che sia fina al tatto , ne mescerai due parti con una di calce. Se è sabbia di mare , o di fiume , recentemente estratta dall'acqua , mescolerai due parti senza aggiungere acqua , mentre questa sabbia ne conterrà tanta quanta ne occorre per fare una malta grassissima mescolandola perfettamente. Se la sabbia di mare o di fiume è secca , la mescolerai pure con un terzo di calce , dando al tutto l'acqua necessaria a ben mescolarla.

In quanto alla malta di cemento , bisogna mescolare due terzi di sabbia con uno di mattone pesto , e prendere due terzi di questo miscuglio ed uno di calce , che si unirà bene assieme , mettendovi però la quantità d'acqua necessaria.

Vi è anche un altro metodo per fare la malta , il quale consi-

ste nell'aggiungere alla malta ordinaria, impastata più scorrevole che non si usa, un terzo di calce viva in polvere e rimescolare il tutto per subito adoperarla, perchè questo miscuglio si riscalda e indurisce prontamente. Questa addizione di calce viva, che si fisse fra il quarto ed il terzo della quantità di sabbia e cemento, impiegati nel primo preparativo della malta, assorbe rapidamente l'acqua contenuta in questo miscuglio, il che la fa indurire quasi presto come il gesso.

Allorchè questa malta fu adoperata pe' lavori nell'acqua, porve dapprima che producesse il più utile effetto, ed essere superiore alla malta di pozzolana per la prontezza con la quale fa presa; ma siccome la quantità di calce è quasi doppia di quella che l'uso e l'esperienza hanno determinato per formare con la sabbia ed il cemento un corpo solido, ne risulta che questa malta perde dopo un certo tempo il vantaggio che presenta quando si adopera, mentre la malta ordinaria acquista in vece una consistenza ed una durezza sempre crescente, e che finisce coll'egualgiare in durezza le pietre ed i mattoni. La quantità di calce viva che si aggiunge a questa malta la rende troppo arida per le opere murali, specialmente pe' muri di poca spessorezza. Questa calce assorbe la necessaria umidità per facilitare l'aderenza della malta colle pietre, co' mattoni, e col pietrame; ma il suo processo diviene troppo costoso, esigendo il doppio di calce della malta comune ed anche perchè la metà di questa quantità dev'essere ridotta in polvere con metodi dispendiosi e soggetti a molti inconvenienti. Non pertanto questa malta presenta anche de' grandi vantaggi, ed uno de' più grandi è quello di produrre all'istante il suo effetto; onde è che può adoperarsi con successo in moltissime circostanze, ove è necessario che la calce indurisca prontamente. Riguardo al modo di farla, si è osservato che si può fare a meno della calce disciolta o estinta nell'acqua, mescolando la calce viva in polvere colla sabbia e le tegole pestate, umettate solo quanto è necessario per estinguere la calce

*image
not
available*

e quindi possono adoperarsi con molto vantaggio. Pel contrario, se crebbero in luoghi bassi ed umidi, non sono tanto buoni, perchè più teneri e poco atti a sopportare grandi pesi. Quelli posti a mezzogiorno sono migliori di quelli posti ad occidente, perchè il sole molto contribuisce a renderli più duri, più alti e più grossi; inoltre hanno pochissimo alborno, sostanza che trovasi immediatamente sotto la scorza dell'albero, più tenera del resto, e che può considerarsi, come la materia della quale l'albero si è aumentato in poco tempo, giacchè ogni anno la linfa comincia in primavera a formare un nuovo alborno, che va sempre crescendo fino alla caduta delle foglie, e s'indurisce durante l'inverno per unirsi al corpo dell'albero. Ma quando la terra si scalda in primavera, la natura forma ancora un nuovo alborno, ed ogni anno succede lo stesso, finchè per vecchiezza comincia a deperire.

I legni si dividono in due qualità principali, forte e dolce: appartengono alla prima la quercia, l'olmo, il faggio, il castagno ec., alla seconda il tiglio, l'abete, il salice, il pioppo, la betulla.

Osserverai bensì che gli alberi che crescono lontani gli uni dagli altri, e che sono battuti da' venti, come quelli che allignano ne' lembi delle foreste, sono ordinariamente più duri e più forti degli altri, che vengono ne' luoghi chiusi, ove i venti non penetrano che poco o nulla. Per riguardo alla qualità degli alberi in generale, i migliori sono quelli che hanno un fusto diritto, che non sono piegati, che sono senza fenditure o screpolature.

Volendosi sapere l'età di un bosco ceduo, o di alberi di alto fusto, si taglieranno questi al piede, vi si vedranno de' circoli quasi concentrici, che vanno come in progressione dal centro dell'albero sino alla scorza, e che indicano distintamente il numero degli aumenti, e per conseguenza quello degli anni.

Il tempo più acconcio per atterrare le piante è dal mese di ot-

tobre sino al mese di marzo , allora la linfa non è in moto , e i pori sono più ristretti. Si tagliano anche nell'ultimo quarto della luna , perchè credesi si trovi maggiore, o minore umidità nei pori , secondo che la luna cresce o scema. Il miglior modo di atterrarle , quando si vogliano prendere tutte le necessarie misure , è di tagliarle tutte all' intorno al piede, sino alla metà del midollo, perchè la linfa colando da questo taglio a traverso l'alburno non si corrompe ne' legni.

Spesso accade che un pezzo di legno , dopo essere stato squadrato appaia sano , mentre il midollo è guasto ; per non esserne ingannati , bisogna battere col martello una estremità e porre l' orecchio su l' altra : se odesi un rumore sordo e rotto , è segno che il pezzo è guasto , ma se il suono è chiaro è una prova che è buono. Bisogna anche tenere al coperto i legni prima di porli in opera , perchè se cresciuti in terreni umidi saranno meno soggetti a piegarsi ed a fendersi. È necessario che si tengano in serbo almeno due anni, perchè così potessero assodarsi e consolidarsi. Se poi i legni dovranno servire per lavori da falegname , bisogna adoperarli almeno sei , o sette anni dopo che sono stati tagliati.

Una precauzione assolutamente necessaria nell' usare i legni , è quella di non adoperarli che staccato l'alburno ; perchè un poco che ne resti , dopo che sono stati squadrati è certo che produrrà la putrefazione ; o si svilupperanno de' vermi.

Il legno quantunque buono , talvolta si guasta quando è posto in opera, lo che si conosce per la spuma che manda fuori, e che molto ai funghi si rassomiglia. Quando è riscaldato va soggetto ad un altro difetto, che è quello di coprirsi di macchie bianche, nere e rosse, che lo fa parere imputritito ; ciò che sorprende si è , che un legno , quantunque sano , applicato contro un altro , che ha i difetti di cui abbiamo parlato , dopo un certo tempo glieli partecipa ; per cui bisogna guardarsi nel porlo in opera che non tocchi niente che possa danneggiarlo , e far sì che i

pezzi principali ; come le travi , non tocchino mai , nè malta , nè gesso , perchè queste materie scaldano ; è utile lasciare dei forellini nè muri all'estremità delle travi onde l'aria esterna possa rinfrescarle.

Una trave posta in coltello resisterà più di un'altra posta di piatto , perchè la prima situazione le darà maggiore altezza della seconda. I legni adoperati nelle armature de'tetti non importa che sieno rispetto alla lunghezza grossi quanto quelli adoperati ne' tavolati ; perchè questi sono posti orizzontalmente , ed a lunghezze uguali soffrono molto più de' tetti inclinati. Non è da mettersi in dubbio , che un pezzo di legno che faccia angolo coll'orizzonte non porti un peso molto maggiore , a pari grossezza , d' un altro posto orizzontalmente. Oltre alla ragione di dare minore grossezza alle travi d' un tetto che a quelle d' un solaio , perchè le prime sono inclinate , e le seconde orizzontali , vi è l'altra ragione , che quelle del tetto non portano altro peso che la coperture ; invece che , indipendentemente da' tavolati che sostengono , devono le altre sopportare il peso di tutt' i corpi stranieri de' quali si possono sovraccaricare , a norma della diversità de' luoghi in cui sono adoperati.

Vi sarebbe molto a dire su la grossezza che i legni devono avere rispetto alla loro lunghezza ed al loro uso , quando anche si supponessero tutti di una stessa qualità , il che succede rare volte. Le esperienze fatte da alcuni sommi architetti c' insegnano che si possono dare delle giuste regole per le differenti grossezze delle travi rispetto alle loro lunghezze. Quali regole tanto pratiche che teoriche variano a seconda delle differenti qualità de' legnami , e volendone trattare , troppo ci allontaneremmo dai limiti dall' assunto propostoci.

È da avvertire che il luogo su cui dee eseguirsi il taglio per unire due pezzi di legname sia perfettamente sano e senza screpolature ; il dente che formar dee l'unione non debb'essere troppo acuto , perchè facile a spezzarsi ; le due estremità in cui suc-

cede l'unione si combacino perfettamente sia ne' piani , sia nei denti ; le cavicchie non sieno poste nelle parti più fragili ; le staffe sieno collocate nelle parti più facili ad infrangersi ; i chiodi di queste non sieno forzati nel legno , acciocchè non si fenda ; meglio è adoperare viti. Gioverà porre delle laminette di rame o di ottone , o una foglia di piombo tra le dentature affinchè legno con legno non si logori. Per facilitare l'esecuzione delle giunte si faccia prima il modello delle dentature in doppio con asse , le quali si applichino ne' lati della trave da tagliarsi , servendo così di guida alla sega. Si eviti la replica del taglio che muove assai i pori del legno.

LEZIONE SETTIMA

Del ferro.

Il ferro è una delle materie più forti che s'impiega nella costruzione degli edifici. Col suo mezzo si possono fare costruzioni più leggiere , egualmente solide , e molto meno costose , perchè sopprime gli sforzi ai quali converrebbe opporre masse considerevoli , o perchè supplisce ai materiali di grandi dimensioni , di trasporto , e d'impiego difficile. Per altro conviene impiegare il ferro solo quando la necessità lo rende indispensabile , e dargli le disposizioni , le forme e le misure convenienti.

Il ferro è soggetto a ossidarsi , e a decomporsi esposto alla umidità , ma quando n'è guarentito è durevole al pari delle altre materie impiegate nella costruzione degli edifici. Si è osservato che i ferri , che hanno le superficie solo tirate a martello sono meno soggetti ad ossidarsi che i ferri limati ; quelli che sono in mezzo al gesso si ossidano molto , mentre quelli che sono in mezzo alla malta di calce , non si ossidano quasi per nulla. Nelle demolizioni di antichi edifici si sono trovati de' ferri involuppati nella calce , e che erano ossidati solo nella superfì-

cie ; mentre altri introniessi nelle costruzioni di gesso, molto meno antiche, erano quasi decomposti. Quando si adoperano de' ferri in forma di ramponi nell' interno delle costruzioni , conviene per quanto è possibile, evitare di rinchiuderli in gesso.

Quando non si fa uso di piombo conviene murarli in cemento grasso , dopo averli ben fermati con rottami , o piccoli cunei di ferro. Dovrai specialmente evitare di mettere i ferri nelle congiunture ove le acque potrebbero penetrare per negligenza di costruzione , o di manutenzione. Alla umidità prodotta da tali infiltrazioni dell'acqua devesi attribuire la ruggine od ossidazione de'ferri , e la distruzione delle pietre anche negli edifizii ove non entrano ferri.

L' ossidazione de' ferri si può impedire intonacandoli di materie grasse. Un celebre fisico osserva che in Olanda si giunge a preservarli dalla ruggine intonacandoli con grascia di cappone. Il catrame , la pece , la cera , le vernici , i mastici producono lo stesso effetto.

Quasi tutti i ferri impiegati per tenere insieme le parti di un edificio , agiscono tirando e resistendo agli sforzi di allontanamento , per la loro tenacità o aderenza delle parti che li compongono , ed è questa proprietà che costituisce la qualità essenziale del ferro , qualità che aumentasi molto col batterlo.

La qualità del ferro si può conoscere rompendolo ; se la frattura è brillante e formata da grandi pagliette , è segno che il ferro sarà duro alla lima e difficile da foggare tanto a caldo , quanto a freddo ; esso sarà tenero alla fucina e brucerà facilmente , e talvolta in vece di raddolcirsi sotto il martello diviene più aspro. Questo ferro è di pessima qualità per ogni specie di lavoro ; soltanto per la sua durezza potrebbe essere adoperato come bronzo in grossi lavori , che non debbono resistere che all' attrito. Se la rottura di una barra di ferro comparisce meno brillante e meno bianca , e che la grana sia meno grossa , il ferro non sarà così aspro , si scalterà e si foggerà meglio. Se

la frattura è un poco nera ed ineguale, mostrando fiocchi di nervi che si lacerano come il piombo, è segno di un ferro dolcissimo, che si lavora facilmente a caldo ed a freddo, col martello e colla lima; ma è quasi sempre difficile a pulire, e prende rare volte un buon lustro. Vi sono de' ferri che hanno la grana fina e che non hanno carne, nondimeno si piegano a sufficienza e non è facile il romperli; prendono un bel pulimento, ma sono duri per la lima, e bollenti alla fucina. Sono ferri acciaiati, che prendono la tempera, e non sono buoni per lavori che debbono sostenere grandi sforzi. Quando questi ferri debbono essere limati, conviene lasciarli raffreddare perchè non si temperano affatto. Si devono trattare alla fucina quasi come si lavora l'acciaio.

I ferri chiamati troncativi sono abbastanza pieghevoli e malleabili a freddo, ma conviene trattarli a fuoco ed a martello; quando si battono mandano odore di zolfo, e ne escono scintille assai lucenti. Quando s'infocano quasi a bianco e si percuotono fortemente sogliono spezzarsi, rompersi o almeno divenire sfogliosi. I ferri di Spagna e quelli che si fanno con vecchi rottami impastati sono quasi tutti troncativi.

Da questa enumerazione delle diverse qualità di ferro, si deduce che il migliore pel caso in cui agisce stirando, è quello che essendo rotto, sembra tutto nerbo, e che quello la cui frattura è brillante, a pagliette a grane rosse non potrebbe convenire a quest'uso: esso ha della ghisa (1), e della ferraccia (2) da cui proviene, perchè non fu abbastanza purgato dalla sua scoria. Più il ferro ha grana fina più vale. Il migliore è quello la cui frattura sembra interrotta, e non presenta grana, cioè che è tutta carne e tutta nervo: si è sperimentato che la forza

(1) Ferro fuso.

(2) Il minerale fuso, e colato nella sabbia in grosso verghé.

di quest' ultimo è quindici volte maggiore di quella del ferro a pagliette , o a grana ordinaria.

La grana del ferro si converte in nervo battendolo ; ma siccome resiste per la sua solidità in ragione dello spessore , ne risulta che i ferri battuti non sono mai omogenei ; spesso le superficie battute dal martello sono tutto nervo , mentre il mezzo ha ancora la grana grossa. Per questa ragione i ferri schiacciati sono più forti stirando , che i ferri quadrati.

La ghisa arroventata può essere tagliata per mezzo di una sega ordinaria con la medesima facilità con cui si tagliano i legni duri. Questa è una proprietà importante , per cui la materia si rende atta ad essere ridotta a forma , e a dimensioni diverse da quelle che avea assunte nel getto. Ma affinchè l' operazione riesca felicemente , sono necessarie alcune avvertenze : 1.° che la ghisa sia riscaldata a segno d' acquistare il colore del legno secco di bossolo. Riscaldandosi maggiormente , le parti vicine alla superficie divengono prossime alla fusione , e quindi si attaccano alla sega e rendono imperfetto il lavoro : 2.° per diminuire la resistenza , giova che siano grandi i tagli della sega , ed importa ancora che la sega sia maneggiata con celerità ; perchè in tal modo si riscalda poco , scorre meglio , e produce un taglio più diritto e più retto : 3.° si sega più facilmente la ghisa quando è arroventata nella fornace , che quando è riscaldata alla fucina ; atteso che in quella acquista un equabile grado di arroventamento , ed all' opposto nella fucina quella parte della pasta , che è più esposta al soffio giunge quasi alla fusione , mentre l' altre parti giungono appena ad essere roventi.

Dice un autore che la buona qualità del ferro si ravvisa dalle sue vene continuate , diritte e senza interruzione , indizio quasi sicuro di un ferro senza gruppi e senza sfogli. Per uso delle arti si dee scegliere sempre il ferro più dolce , che si taglia e si lima più facilmente , prende un miglior pulimento , e soffre d' esser piegato a freddo , ciò che non può farsi con un ferro crudo , sen-

za rischiare di spezzarlo. Il ferro dolce si riconosce da' seguenti segni, Se si lascerà piegare molte volte in senso contrario prima di rompersi , a meno che il pezzo non sia molto grosso, e quando sarà spezzato , vi farà vedere una grana minuta più eguale , più omogenea che il ferro crudo, che si mostra con delle grosse parti lucenti , frammischiate in una grana più fina. Bisogna evitare quello che alle superficie mostra delle sfaldature , e che avendone molte ha un cattivo suono , come ancora lasciare da parte quello , che avendolo scoperto colla lima , vi si trovano delle pustole nere , che s' internano nel metallo.

Il ferro dolce si curva meglio del rigido, quest'ultimo si rompe tosto che l'allungamento della parte convessa opposta alla piega che formasi nel luogo ov' è attaccato il peso , sorpassa il grado di tensione di cui è capace.

Da tutte le superficie de' ferri risulta .

- 1.° Che il ferro fuso si piega prima di rompersi.
- 2.° Che la forza del ferro fuso dolce è risultata doppia di quella del ferro fuso greggio.
- 3.° Che la forza del legno di quercia si è trovata circa la metà di quella del ferro fuso greggio , ed il quarto di quella del ferro fuso dolce, quando questi sono compatti e senza vuoti, ma se ne hanno , trovansi spesso meno forti delle verghe di legno di quercia , a dimensioni e positure eguali.
- 4.° Che la rigidezza del ferro paragonata a quella del legno di quercia , è come 17 a 2 ma siccome il loro peso è precisamente nella stessa ragione , cioè come 544 a 64 ne risulta che una verga di ferro non si sostiene senza piegare , ad una lunghezza maggiore di quella di una verga di quercia della stessa grossezza. Il peso che fa piegare il ferro essendo 8 volte e mezzo maggiore di quello che fa piegare il legno , deve risultarne che un pezzo di ferro è forte quanto uno di legno della stessa lunghezza la superficie del quale stesse a quella del ferro , come 1 a 2 e $\frac{1}{10}$ cioè tre volte più grosso.

CAPO II.

DELLE FONDAZIONI

LEZIONE PRIMA

Delle fondazioni in generale.

In uu edificio le fondamenta debbono considerarsi come la parte più essenziale, essendo la base di tutto. Dal modo come esse sono fatte dipende principalmente la solidità d' un fabbricato : ogni errore, negligenza, o frode in esse fatta può cagionare guasti grandissimi all' opera. Prima di costruire un' edificio, la prima cosa a farsi è quella di conoscere la natura del terreno sul quale le fondamenta debbono praticarsi, indi assicurarsi se il suolo su cui si deve stabilire l'edificio sia della stessa natura in tutta la sua estensione, perchè esso muta sovente a pochissima distanza, o per essere stato smosso, o per naturali circostanze. Si pianta con grandissima sicurezza su le rocce, su le masse di pietre, sul tufo : al contrario si fonda male, o bisogna prendere delle grandi precauzioni su le terre leggiere e porose, e su quelle che sono state scavate, su le terre paludose, le limacciose e simili. È importantissimo conoscere, che siccome gli strati buoni e cattivi si trovano ad ogni specie di distanza dal suolo, non è mica la maggiore profondità delle fondazioni quella che dà la maggiore solidità. Ne' suoli compressibili è meno pericoloso l'abbassamento che l'ineguaglianza, perchè questa produce rotture e disunioni che possono cagionare la ruina di un edificio. Quante volte sarà di assoluta necessità fondare sopra terre leggiere o porose, e che furono smosse bisogna batterle precedentemente sino al rifiuto del battipalo o di altra macchina, il cui urto fosse proporzionato alla carica delle costru-

zioni che superiormente si debbono stabilire. Su questo suolo bene battuto s'incominceranno a fondare le costruzioni.

LEZIONE SECONDA

Fondazioni sopra sabbie penetrate dall'acqua.

Le sabbie mobili e quelle penetrate dall'acqua , a traverso delle quali essa ribolle , hanno bisogno d'essere contenute e disseccate. Per tale operazione può farsi uso di palafitte e di palanche , purchè possono penetrare tanto nello strato del terreno al di sopra , da resistere agli effetti della mobilità della sabbia , e facilitare il votamento dell'acqua , se ne è penetrata. Il miglior modo di stabilire fondamenta solide su questa specie di suolo , è di stendere sopra tutta la superficie del recinto formato da' pali , o da' tavoloni di quercia , un forte strato di fabbrica in pietrame a bagno di malta , indi livellato ed appianato , si praticherà un filaro di pietre forti a bagno di malta , e battuto per servire di base ai fondamenti de' muri.

Per fondare nella sabbia mobile , o in un terreno fangoso , s'incomincia a montare il legname dell'incassamento e dopo avere guernito di tavole la parte inferiore che forma l'unghiatura , e averla empita di fabbrica si scava tutto intorno all'interno , il più uniformemente possibile. A misura che si pianta l'incassamento , si continua a guernire di tavole e di fabbrica la parte formante il recinto , sinchè siasi pervenuto al fondo solido. Dopo avere terminato di votare lo spazio , che rinchiede il recinto delle sabbie e delle terre cattive , o fatti i vuotamenti necessari , si stabilisce sul suolo ben livellato e battuto , se è possibile , la fabbrica de' fondamenti , e se non ha la fermezza necessaria si stenderà sopra il fondo un letto di fabbrica fatto con calcina nuovamente spenta. Avendo poi dirizzato e livellato questo let-

to, vi si porrà sopra un filare di grosso pietrame posto a bagno di malta bene battuto.

Per le fondazioni nell'acqua , come quelle delle pile di ponte, basta piantare alcuni palì a maggiori o minori distanze gli uni dagli altri , a seconda delle circostanze, che serviranno a dirigere l'incassamento ed a sostenerlo , mentre si riempie di fabbrica la parte scavata che forma il recinto , per farla discendere di mano in mano , sinchè abbia toccato il fondo. Allora si farà uso della cucchiainia tutto all'ingiro dell'interno , per far entrare la puntazza nella sabbia o nel terreno del fondo, affine di poter cavare l'acqua nel mezzo. La parte dell'incassamento al di sopra del fondo del fiume può essere di creta anzichè di fabbrica, per meglio opporsi al filtramento dell'acqua.

LEZIONE TERZA

Fondazioni su l'argilla.

Per fabbricare su l'argilla bisogna stabilirvi sopra , di una maniera solida , un graticcio di legname ricoperto di piattaforma. Su questo graticcio , seppellito nell'argilla in tutta la sua grossezza , formasi un tavolato a livello in tutta la sua estensione , con tavoloni combacianti , di quattro o cinque once di spessorezza , incavigliati sopra i pezzi di legno della graticola. Sopra questo pavimento si stabilisce il primo filare di grosso pietrame pel fondamento de' muri , e perchè non nasca alcuno inconveniente si avrà l'attenzione di costruire tutt' i muri insieme ed in un solo filare, cioè di non incominciarne uno nuovo se non compiuto quello al di sotto all'ingiro.

Per le terre fangose si adopera lo stesso metodo , come pure per le paludose, senza altra preparazione che di stabilirvi la graticola al di sopra. Bisogna però che la spessorezza e la consistenza del terreno fangoso siano ovunque le stesse , allinchè il calo si

faccia egualmente , di modo che tutte le parti elevate al di sopra conservino la loro direzione verticale.

LEZIONE QUARTA

Fondazioni sopra un buon terreno.

Indipendentemente dalle rocce e da'massi di cava , si reputa-
no tra i fondi solidi la ghiaia , i terreni pietrosi , la grassa sab-
bia mista di terra , il tufo , e le terre franche non ancora smos-
se. E come questi differenti suoli sono più o meno compressibili ,
così bisogna sperimentarli. Uno de'molti metodi per sperimentare
i suoli è il seguente : si prenda una grossa trave da 8 a 10 pal-
mi , e si batte la terra coll'estremità di essa ; se resiste al colpo
ed il suono pare secco e chiaro , si può conchiudere che il terre-
no è fermo ; ma se battendo la terra dà un suono sordo e senza
alcuna resistenza , si conchiuda allora non essere buono il fondo.
Il metodo più sicuro però è quello di usare la trivella onde co-
noscere ocularmente la qualità delle terre su cui si dee fondare.

Quando si vuol fondare solidamente , bisogna che il primo
filare sia di grosse pietre. Questo filare si posa dopo avere ben
livellato e battuto il suolo , sopra un letto di malta. Questo pri-
mo filare dev' essere battuto con una mazzarenga ; il di più si
può costruire di grosso pietrame posto a bagno di malta e bat-
tuto di tanto in tanto.

LEZIONE QUINTA

Fondazioni su la roccia , o sopra masse di cave.

Dovendo costruire su alcuno di questi suoli , e a malgrado
la loro apparente solidità , vi sono anche delle precauzioni a
prendere , volendo solidamente costruire. Bisogna prima di

ogni altra cosa assicurarsi se sotto la roccia o la massa apparente della cava trovansi de' vuoti, e se la loro spessezza sia abbastanza forte per sostenere, senza rompersi, il peso delle costruzioni che vi si vogliono sovrapporre. Quando la roccia o la massa hanno poca spessezza, quando si trovano cavità, bisogna riempirle di fabbrica, o sostenerle con archi. Quando si è certi che la roccia su la quale si deve fondare è solida, si comincia per porre a livello le parti su le quali devono posare i primi filari, se la roccia è troppo ineguale si taglia a scaglioni, affinchè le parti basse non possano calare, si costruiscano, se è possibile, in pietre da taglio, sino all'altezza del livello generale. Se è forza costruire in fabbrica di pietrame e malta, bisogna batterla per filari, per diminuire più che sia possibile lo effetto dell'abbassamento. Fatto l'agguagliamento generale si lasci in riposo l'opera per qualche tempo, affinchè la costruzione possa acquistare una certa consistenza prima di fabbricarvi sopra. Se la roccia sarà troppo ineguale si può fondare per incassamento con piccole pietre e rottami di rocce murati a bagno di malta, fatta con buona sabbia. Se questa costruzione è ben fatta e battuta, formerà un banco d'un solo pezzo più fermo e più solido del miglior suolo, capace di rimediare a tutt' i difetti del terreno sul quale sarà stabilito. La fermezza di un suolo come la roccia, può anche permettere di stabilire i fondamenti su archi e pilastri, lo che dà un genere di costruzione egualmente solida.

LEZIONE SESTA

Delle fondazioni in acqua.

Svanisce ogni difficoltà nel costruire una fondazione sotto acqua quando le circostanze consentono lo stabilimento delle ture per la formazione degli *stagni*, e l'esaurimento dell'acqua nel

recinto di questi. Le ture altro non sono che dighe, per mezzo delle quali si recinge l'area disegnata per la fondazione di qualche fabbrica entro il letto di un fiume, d'un lago, o del mare, affinchè estrattane l'acqua con l'aiuto d'opportune macchine, non abbia a penetrarvene altra da' lati, e quindi si possa eseguire ogni operazione necessaria per l'impianto regolare de' muri sotto il livello del fluido circostante. Quello spazio che vien racchiuso fra le ture dicesi *stagno*. Quando le acque in cui si deve stabilire il lavoro non hanno più di 4. palmi di altezza, si possono costruire le ture in forma di piccioli argini di semplice terra. Avvenendo per altro che sul fondo esistessero, o sabbia o ghiaia sarebbe d'uopo di cavar tali materie fino a quella profondità a cui dovranno arrivare i cavi della fondazione, per formare una riempitura di buona terra sotto la base degli argini o ture, acciocchè per filtrazioni laterali l'acqua non avesse ad introdursi ne' detti cavi entro il recinto dello *stagno*. Quando l'acqua fosse più alta di 4. palmi, ma non più di 6. sul piano della fondazione, il quale secondo le circostanze del fondo si fissa a maggiore o minore profondità sotto la superficie coperta della massa fluida, le ture possono essere formate come lo dimostra la figura 2.^a Lo spazio che deve essere ridotto a *stagno* si cinge di pali a, a, a, piantati in file regolari lungo i lati della figura, che si vuol chiudere, internamente a queste diverse file di pali s'inchiodano de' tavolati b. b. b. composti di tavoloni uniti costa a costa, e collegati da traverse inchiodate, le quali in opera trovansi in positura verticale e veggonsi nella figura segnata con linee punteggiate. Questi tavolati si dispongono in modo che vengono a congiungersi uno con l'altro sempre all'incontro d'un palo, con semplice sovrapposizione o ingambellatura alternata delle loro estremità. Finalmente a ridosso di questo precinto di legname si appoggia nell'interno dello *stagno* una banca di terra di conveniente scarpa e grossezza.

Se poi l' altezza dell' acqua sul piano, dal quale deve cominciare la fondazione, è maggiore di palmi 6. bisogna che le ture sieno fatte con un precinto esteriore, nel quale i tavolati sieno applicati alle travi della parte esteriore relativamente allo *stagno*. I due precinti sono legati insieme per mezzo di catene orizzontali, ciascuna delle quali è fermata alla testa di due pali, che si corrispondono uno incontro all' altro ne' due precinti. La tura si compie ricolmando di terra l' intervallo rinchiuso fra l' uno e l' altro precinto.

Nella costruzione delle ture si adoperano ordinariamente dei pali del diametro di un palmo, e si piantano in ciascuna fila a distanza di 6. in 7. palmi al più l' uno dall' altro: si ficcano nel fondo alla profondità di 6, in 7. palmi.

I muri fondamentali si costruiscono a sacco entro le casse di legname, ovvero col sistema de' cassoni, secondo le varie circostanze de' casi, allorchè le varie operazioni della chiusura o *stagno*, e dell' esaurimento dell' acqua si riconoscono ineseguibili, o eccessivamente dispendiosi. A questo proposito si adduce un altro metodo, che è quello delle fondazioni a scogliera, detto anche a pietre perdute. Consiste questo metodo nel radunare quantità di scogli di mole ragguardevole su l' area della fondazione, gli uni addosso agli altri, fino a quattro palmi circa sotto il livello delle acque magre, in guisa che la tenue falda fluida soprastante non possa impedire che si formi su la scogliera una massa unita di muramento in bitume e sassi, fino ad un palmo sotto il pelo magro, ove spianatane la sommità a livello si potrà stabilire il primo letto di pietre da taglio destinato a ricevere sovra di sè fuori dell' acqua la continuazione della muratura co' metodi regolari. Questo metodo di fondazione è particolarmente usato nelle costruzioni de' grandi muraglioni o moli de' porti, sulle spiagge del mediterraneo. Le scogliere si formano nel seguente modo.

1. Si segua in mare il contorno della scogliera, in corrispon-

denza de' disegni dell' opera da costruirsi, disponendo in forma di segnali de' galleggianti di sughero, i quali non possono cangiare di posizione, atteso che ciascuno di essi è ritenuto da una funicella legata ad un sasso mandato a fondo ad un sito opportuno. Agli angoli si piantano de' pali, ed a questi si raccomandano delle pertiche prominenti con banderuole nelle sommità, acciocchè questi punti principali siano visibili, anche ad una certa distanza per norma delle operazioni.

2. Il fondo si espurga entro il segnato recinto dell' opera, adoperando a tale uopo i grandi cavafanchi marittimi, affine di rimuovere la materia limacciosa, la quale renderebbe la scogliera soggetta a troppo forti e pericolosi assettamenti.

3. Acciocchè la scogliera riesca stabile contro l'agitazione del mare, è necessario che le sue sponde abbiano una scarpa almeno di 2. di base per 1. di altezza. Gli scogli si debbono mandare a fondo con ordine tale che se ne formano come tanti strati gli uni su gli altri.

4. Si dee procurare che gli scogli più grossi prendano posto su le sponde della scogliera, serbando quelli di minor mole per la riempitura intermedia. I vani fra scoglio e scoglio debbono riempirsi di pietrame minuto.

5. Possono negli strati più bassi della scogliera impiegarsi degli scogli di minor volume di quelli che debbono adoperarsi più in alto, ove la violenza dell' acqua è maggiore nelle burrasche. L' esperienza ha dimostrato che anche nelle più burrascose agitazioni le acque si mantengono quasi in una perfetta calma alla profondità di trenta palmi sotto la superficie del mare, e che quivi per conseguenza le più piccole pietre sono capaci di rimanersi immobili, e che alla profondità di quindici in venti palmi il turbamento dell' acqua è ben poco sensibile, aumentandosi poi a dismisura l' impeto delle onde verso la superficie dell' acqua. Avanzata la scogliera fino a quattro palmi o poco più sotto il pelo basso del mare, e colmatine gl' interstizi

con sassi minuti ; si deve lasciar passare un anno prima di venire alla costruzione della piattaforma in muramento di bitume , affinchè in questo tempo , per le scosse del mare tempestoso , gli scogli prendano le posizioni più confacevoli al vicendevole loro contrasto , ed il sistema giunga perfettamente ad assettarsi .

6. Nella sommità della scogliera si costruirà la piattaforma , versandosi prima uno strato di bitume composto di arena , pozzolana , calcina viva e piccioli sassi , della grossezza d' una noce , che vada ad insinuarsi fra gli scogli ed il pietrame , e quindi stendendovi sopra de' sassi un poco più grossi , calcati con una zappa piatta , affinchè si conficchino nel bitume , ripetendo successivamente questa alternativa disposizione di bitume e di sassi fino ad un mezzo palmo sotto il pelo macro , ove si congualierà a livello l' ultimo strato superiore sul quale debb' essere posato il primo letto del muramento in pietra da taglio.

CAPO III.

COSTRUZIONI MURALI.

LEZIONE PRIMA

Della stabilità relativa ai muri.

Nella costruzione degli edifici tre gradi di stabilità si possono distinguere , uno massimo , uno medio , minimo l' altro . Quindi dietro moltissime osservazioni fatte su edifici d' ogni genere , risulta che un muro avrà una forte stabilità , se ha per spessore l'ottava parte della sua altezza , che la decima parte darà ad esso una stabilità media , e la dodicesima sarà il minore grado di stabilità che può avere . Ciò non ostante come nella composizione degli edifici i muri si combinano gli uni con gli altri , deriva quindi che con minore spessore avranno anche una sta-

bilità sufficiente. Si comprende facilmente che la resistenza di un muro posto fra due altri, sarà più grande a misura che questi due muri saranno più vicini l'uno all'altro; in modo che, se l'avvicinamento è estremo, è impossibile che il muro, che è in mezzo, si squarci; e in un grande allontanamento la parte di mezzo non resisterebbe più di un muro isolato. I muri che racchiudono uno spazio sono nel caso del muro precedente, perchè essi scambievolmente si sostengono colle loro estremità: quindi la loro spessezza deve aumentare in ragione della loro lunghezza.

Circa alla spessezza da darsi ai muri de' fabbricati che non sono a volta, i quali ordinariamente sono situati a distanze meno grandi di quelli che formano recinti scoperti, si sostengono con minore spessezza, sopra tutto, allorchè sono riuniti da solai. Quegli edifici che sono coperti da un tetto di legname, l'ossatura di questo, quando è bene intesa, lungi dal nuocere alla solidità de' muri o de' punti d'appoggio che lo sostengono, serve anzi a sostenerli,

Volendo stabilire la grossezza da darsi ai muri di edifici composti di molti piani separati da solai, nelle case comuni, ove l'altezza de' piani non oltrepassa i 18. in 22. palmi, è necessario aver riguardo soltanto alla larghezza delle stanze, ed al numero de' solai che devono sostenere. Quanto ai muri di facciata che sono isolati da una parte in tutta la loro altezza, è mestieri aver riguardo alla larghezza del fabbricato ed alla sua elevazione. Così un corpo di casa semplice esige muri di facciata più solidi che un corpo di casa doppio dello stesso genere, e della stessa altezza, perchè la loro stabilità sarà tanto più grande quanto più l'edificio sarà largo. Supponiamo un corpo di casa semplice la cui larghezza fosse palmi 30. e l'altezza fin sotto al tetto pal. 50. si aggiungerà a' 30 palmi, la metà dell'altezza cioè 25. palmi, e dalla somma 55. si prenderà la ventiquattresima parte, cioè pal. 2 $\frac{3}{10}$ circa, per la spessezza di ciascuno de'

muri di facciata. Se poi si avesse un corpo di casa la cui larghezza fosse di palmi 40. e di altezza anche palmi 50, come al precedente, si sommerà insieme la metà dell' altezza, e della lunghezza del fabbricato, cioè 20, e 25. e della somma 45. si prenderà la ventiquattresima parte, che sarà palmo $1 \frac{1}{24}$. circa, spessezza di ciascuno de' muri.

Volendo determinare la spessezza de' muri di spartimento, si aggiungerà allo spazio che questi muri debbono dividere, ossia alla larghezza di una stanza, l' altezza del piano, e si prenderà la trigesimasesta parte della somma. Così per trovare la grossezza del muro che forma una stanza di 32 palmi di larghezza, si aggiungerà l' altezza del piano, che si suppone di palmi 20, il che darà palmi 52. la cui trigesimasesta parte è circa palmo $1 \frac{1}{52}$. Si può aggiungere a questa spessezza un decimo di palmo per ciascun piano al di sopra del pianterreno, così per tre piani la spessezza del muro a basso sarebbe di palmo $1 \frac{8}{10}$.

LEZIONE SECONDA

Delle costruzioni in pietre da taglio.

Dovendo trattare delle costruzioni in pietre da taglio ne diremo quanto può essere capito da un artefice, e non parleremo per conseguenza, che delle più semplici e delle più comuni ad un tempo.

La forma più convenevole alle pietre da taglio per muri o piedritti, debb'esser quella di un prisma o parallelo pipedo a piombo, cioè di un solido situato sopra un piano orizzontale, e terminato da superficie verticali, paralleli tra loro e ad angoli retti. Poste queste pietre le une sopra le altre a filari di livello, tutto lo sforzo del peso cadrà sulla loro base e tenderà a consolarle, in guisa che la pressione di ciascuna pietra sull'altra ne

aumenterà la stabilità. Se queste costruzioni sono ben fatte avranno quasi tanta solidità come se fossero di un solo pezzo.

Siccome l'effetto del peso unisce le pietre le une colle altre, è evidente che quanto più sono grandi, tanto maggiore stabilità avranno, e più solida sarà la loro unione; ma è necessario che i loro letti siano bene appianati e pareggiati, acciò esse egualmente poggiano da per tutto; poichè più sono grandi, più sono soggette a rompersi, quando si trovano de' punti senza alcun contatto. La solidità e la perfezione delle costruzioni in pietre da taglio che non debbono dipendere dalla malta, dal cemento, ex, consistono nell'essere le pietre posate immediatamente le une su le altre, come facevano gli antichi, e nel toccarsi per tutta l'estensione della superficie de' loro letti, e delle loro commisure.

In molte costruzioni antiche e moderne si è osservato, che le pietre troppo sottili, cioè di una spessezza troppo piccola in proporzione della loro lunghezza, si sono rotte sotto il peso. Questi accidenti succedono quando le pietre non poggiano egualmente per tutta la supercie de' loro letti, o perchè tali superficie non furono esattamente spianate e pareggiate, o per l'effetto di qualche abbassamento ineguale che ha spostate le pietre inferiori. Più le pietre sono grosse relativamente alla lunghezza, più sono forti per resistere a tale effetto. Per le opere che debbono sostenere un gran peso, come sono i muri ed i punti d'appoggio, le pietre cubiche sono le più forti, ma esse hanno minore stabilità e non si uniscono abbastanza. Quelle la cui lunghezza è molto maggiore dell'altezza, sono dotate di maggiore stabilità e si legano bene, ma hanno minore forza da resistere al carico. Secondo le varie osservazioni fatte su le pietre di mediocre durezza e consistenza può stabilirsi, che la lunghezza può essere determinata a due o tre volte l'altezza o la spessezza, e la larghezza ad una volta e mezzo, o a due volte questa spessezza medesima. Quando si hanno pietre dure di una grande stabilità, e

*image
not
available*

runa pietruzza , che possa impedire l'unione delle pietre , perchè il più piccolo ciottolo resistente sarebbe capace di farle screpolare ; perciò bisogna preferire la sabbia dolce ed argillosa a quella di fiume , ma si può anche far uso di polvere di pietra tenera passata per lo staccio. Se trattasi di costruzioni nell'acqua o destinate a contenerne , si farà uso di pozzolana , di tegole pestate , o di altre materie di questo genere. Questa maniera di posare le pietre deve specialmente impiegarsi in lavori di tale specie , perchè ne' letti e nelle commessure non lascia verun vòto onde vi possa penetrare l'acqua.

Tale maniera di edificare in pietra da taglio riunisce tutti i vantaggi di quella degli antichi e de' moderni ; non soggiace a veruno assettamento , perchè battendo le pietre rimane quella malta necessaria ad empire le ineguaglianze de' letti , e per tutto il resto esse poggiano immediatamente le une su le altre. Pertanto la poca malta che rimane basta per unirle insieme con una forza che è più del doppio del loro peso. Questa aderenza della malta aumenta assai la stabilità delle pietre , indipendentemente dalla loro forma e dal loro peso ; in guisa che una costruzione in pietre di mediocre grandezza diviene solida al pari di quella nella quale gli antichi impiegavano enormi pietre posate senza malta.

LEZIONE TERZA.

Dei muri in pietre di tufo , e di mattoni.

Non vi ha pietra più adatta del tufo per le costruzioni di qualunque specie , avendo riguardo alla sua leggerezza , alla facilità con la quale si taglia ed anche al bassissimo prezzo che vale presso di noi. Essa è eccellente anche perchè imbevesi facilmente della malta e così diventa un corpo solo , sia una muraglia , sia una volta. La costruzione di questi muri è ben ov-

via, purchè si badi a squadrare le pietre, a empire perfettamente tutt' i vuoti, gettarvi molt' acqua, acciò la malta possa intromettersi facilmente da per tutto, e fare così di tanti corpi, di cui è composta la muratura, un corpo unico e solo. Si badi che le pietre sieno piuttosto piccole, situate tutte nella stessa linea e che le commessure del primo filaro non infilino con quelle del secondo, ma fare in modo, per quanto è possibile, che le unioni di due pietre vadono a cadere nel mezzo di un' altra pietra, allora la muratura riuscirà di bella apparenza e solida.

Prima di collocare una pietra si spiani il letto superiore, sul quale debbe la pietra giacere, e se ne rettifichi il livello giusta il piano del filaro; si pone in prova il concio, e si osserva mediante il piombo, la squadra e l' archipendolo, se le facce sono in perfetto squadro col paramento, ove si tratti di muro verticale, o se sono secondo l' angolo del declivio; laddove il muro sia a scarpa; si verifichi se i letti sono lavorati a dovere, se gli spigoli verticali o inclinati formano de' piani retti: in una parola, non si proceda alla collocazione del concio sul letto di malta che debbe accoglierlo, se non dopo essersi accertato, che la pietra è tagliata in modo da ottenersi un esatto sovrapponimento. E chiaro che un filaro di pietre collocate con sì fatta precisione, e non avendo fra esse alcun vacuo, e riposando su d' un letto di malta di uguale altezza, e quindi ugualmente compressibile, è forza acquisti nel prosiegua una stabilità inalterabile, così per lo giacimento delle pietre, come per la forza di adesione della malta, che congiunge fra loro i diversi filari,

La muratura di mattoni è ottima per ogni specie di costruzioni, la sua prerogativa di essere, dal bitume in fuori, più che qualsiasi altra muratura, impermeabile all' acqua, la rende atta segnatamente alle costruzioni idrauliche. L' esecuzione di questa specie di muratura, è la più facile di tutte in grazia della regolarità de' prismi che la compongono. L' attenzione che nell' operaio si richiede, si è di ben nettare il mattone, d' im-

mergerlo nell' acqua innanzi di porlo sul letto di malta che l' ha da accogliere, e di assodarne la giacitura comprimendolo con la mano e col martello sul suo strato di malta o semplicemente col taglio della cazzuola. I concatenamenti poi, essendo i mattoni di eguali dimensioni, si ottengono facilmente; le combinazioni di ponitura si diversificano a tenore della spessezza de' muri, e facendo in modo, che i mattoni nel corso soprastante incrocino con quelli del sottoposto, che non siavi continuità fra le commessure verticali, nè fra le orizzontali, quante volte non basti un mattone per la grossezza del muro.

Vi è un' altra maniera di muratura, detta mista, composta di un filare di pietre tufe, e di due o tre filari di mattoni, secondo la loro maggiore o minore grandezza.

LEZIONE QUARTA.

Dei rivestimenti in pietre da taglio:

Nella maggior parte de' grandi edifici, non si fa che rivestire in pietre da taglio le costruzioni in fabbrica di tufo, di mattoni, o di pietre rozze, per dare all' esterno una più bella apparenza e talvolta anche una maggiore solidità. È certo che in tutte le costruzioni che debbono sostenere grandi sforzi laterali i rivestimenti in pietre da taglio ne aumentano molto la solidità, perchè essendo soggette ad un minore assettamento, oppongono quindi una più forte resistenza.

Bisogna distinguere due specie di rivestimenti, l' uno de' quali è una specie di fodera, ed ha per solo oggetto l' apparenza, e l' altro che ha per iscopo la solidità. Le costruzioni principali debbono terminare con quelle della prima specie. Nel secondo caso i rivestimenti facendo parte della costruzione principale, e dovendo contribuire a sopportarne il peso e gli sforzi, esigono una cura particolare onde prevenire, per quanto è possibile, le

ineguaglianze dell'assetamento, e gli accidenti che producono. Il mezzo più sicuro per evitarli si è quello di battere la fabbrica, e di formare a diverse altezze degli spianamenti generali.

LEZIONE QUINTA.

De' profili de' muri di rivestimento per sostegno de' terrapieni.

Per sostegno di un terrapieno, volendo fare un muro senza contrafforti, bisogna che la larghezza del muro sia un terzo della sua altezza, avendo poi de' contrafforti, allora questa grossezza può diminuire di molto, attesochè sono i contrafforti che sostengono la spinta del terrapieno; i muri intermedi non essendo che una specie di tompagni. Volendo solidamente stabilire i contrafforti, bisogna che sieno posti sopra un massiccio di fondamento, che abbia una larghezza continua capace di riceverli, affine di evitare l'abbassamento ineguale tanto del suolo che delle costruzioni. I muri a scarpa hanno il doppio vantaggio di essere meno dispendiosi, e di ovviare all'effetto dell'abbassamento, allontanando il centro di gravità dal punto di appoggio, in modo che la più grande ineguaglianza di abbassamento non può che diminuire il pendio senza cagionare strapiombo. Questa considerazione deve far preferire i muri a scarpa ai muri verticali con contrafforti, tanto per la solidità quanto per l'economia, e la facilità dell'esecuzione.

Si danno ai contrafforti molte forme, che li rendono più o meno propri a sostenere i muri ai quali sono applicati. Quelli a base rettangola, rappresentati dalle fig. 1. 4. sono i più usati, e pressochè sempre i più convenienti. I contrafforti che hanno la base in forma di trapezio fig. 3. più larga alla radice che alla coda essendo applicati all'interno formano una costruzione più

solida , ma è conosciuto che oppongono minore resistenza di quelli a base rettangola , perchè in questa situazione il loro centro di gravità è più vicino al punto di appoggio.

Per riguardo al gonfiamento che le acque possono produrre, siccome si effettua per tutt'i sensi , ed il suo effetto è limitato , non è giammai abbastanza considerevole da produrre uno strapiombo pericoloso. Le terre essendo compressibili, il gonfiamento si porta piuttosto al di sopra , ove non trova verun ostacolo , che lateralmente. D'altronde la sua azione non essendo continua, come quella della spinta, quando essa ha acquistato il grado di cui è suscettibile , questo gonfiamento non agisce più , ed il suo maggiore effetto non è mai capace, come si è già detto, di produrre sensibile strapiombo.

Il più pernicioso effetto è quello che risulta dalle acque che penetrano i muri e guastano le loro commettiture , quando non si ha la precauzione di praticare un'uscita a queste acque. Le acque che non hanno uscita sono anche capaci di decomporre col tempo certe specie di pietre , che hanno potuto essere state impiegate nella costruzione di questi muri. Il modo di evitare tali inconvenienti , è di praticare a giusta distanza delle aperture ristrette chiamate scolatoi , sfiatatoi , o sfogatoi per dare aiuto alle acque che penetrano le terre , oppure condurle all'esterno in qualche altro modo. Quando si fa uso de' scolatoi , bisogna che discendano fino al basso del rivestimento , e che il riempimento di dietro sia piuttosto di ghiaia o pietruzze , che di terra.

LEZIONE SESTA

De' lastrici a cielo ed intersuolr.

Si ricopre con paglia , o pure con felce secca l'orditura del solaio sul quale il lastrico deesi costruire, ed incalcinate le chiancole o i solarini , con un sottile strato di malta , che si spande

ugualmente per tutta l'ampiezza del pavimento, vi si stende sopra un suolo di ruderi, ovvero di demoliture dell'altezza di 4 in 5 decimi di palmo, il quale si spiana e si pone di livello, se il lastrico è intersuolo, se poi è a cielo se ne regola opportunamente l'inclinazione per lo scolo delle acque. Dopo di che, inaffiate alquanto le demoliture, si gitta finalmente l'ultimo strato consistente in uno smalto composto di calcina diluita, e di lapillo bene sceverato da ogni materia terrosa, e si spiana e si agguaglia dando alla sua superficie la figura che le conviene, mediante una cordicella, o pure con un regolo di legno. Ciò fatto s'incomincia la battitura con le *mazzocche*; badando di aspergere spesso la superficie con latte di calce, si batte uniformemente per lungo e per largo per più giorni, insino a che il pavimento non sia ridotto a perfezione. L'esperienza insegna che per una canna quadrata si richieggono quattro giornate almeno di battiture di un manovale. Pervenuto a tal punto di ristrettezza, l'ultimo strato si trova ridotto ai due terzi della primitiva altezza. In certi casi da alcuni si usa frapporre ai ruderi ed al lapillo uno strato di malta e frammenti di tufo; questa pratica è commendevole quante volte la solidità del solaio consente questo aumento di peso.

Abbiamo due specie di lapillo: bianco e nero, o sia vulcanico. Il secondo è migliore del primo allo scoperto, perchè resiste moltissimo alle piovane ed alle gelate, i lastrici che hanno la superficie di tale materia hanno una durata ben diversa di quelli che sono tutti di lapillo bianco, per la qual cosa, l'ultimo strato delle terrazze si suole suddividere in due: il primo di lapillo bianco, il secondo di lapillo vulcanico, quali due strati uniti di tre quarti di palmo, riduconsi a mezzo palmo, quando la pigiatura è finita. Nei lastrici intersuoli lo strato di lapillo nero è perfettamente inutile. Quando la battitura è finita si ricoprono i pavimenti con paglia o felce secca e con sabbia al di sopra, o pure con sfabbricine, e non si scoprono se non dopo un anno; av-

vertendo di scoprirli qualche volta in questo tempo per poche ore , sia per dar loro un poco di sole , sia per inaffiarli , a seconda che le stagioni sono soverchiamente piovose, o troppo asciutte.

LEZIONE SETTIMA

Delle cloache.

Si chiamano cloache o chiaviche quei condotti sotterranei per cui si convogliano le acque di scolo , e le lordure entro le città , affine di farle giugnere o al mare , o in qualche fiume , o pure in qualche opportuno recipiente. Queste sono sommamente interessanti per la nettezza de' luoghi abitati , per l' allontanamento dell' umidità , e per la salubrità dell' aria : onde la molteplicità di esse e la loro buona costruzione sono cose d' indispensabile necessità , e provano in oltre l' incivilimento de' popoli , e la previdenza , non che la saggezza di chi li governa. Una cloaca è principalmente composta dalla platea , da' due muri laterali o siano sponde , e da una volta che la ricopre ; quelle di piccola dimensione sono coperte semplicemente da lastre di pietra , o pure da grandi mattoni : è interessante che tanto le grandi che le piccole abbiano un declivio molto sensibile acciò le lordure sieno facilmente trasportate.

CAPO IV.

INTONACHI E STUCCHI.

LEZIONE PRIMA

Degli intonachi in malta di calce.

Gl'intonachi sono strati in malta di calce , in cemento , in gesso , o altre materie , che si applicano ne' muri , sulle tramezze , sulle volte e soffitti per rendere unite le superficie , e talvolta per

metterle al coperto dall'umidità e dalle intemperie dell'aria.

La prima cosa a cui bisogna badare nel fare la malta destinata a servire per gl'intonachi, è che la calce sia stagionata, cioè tenuta molto tempo in serbo dopo l'estinzione. Taluni pretendono anche che giovi d'apparecchiare le malte da intonacare qualche tempo prima che si abbiano a porre in opera. L'intonaco ordinario de' muri è composto di due e talvolta anche di più strati. Il primo dicesi rinzaffatura, e si fa con malta alquanto più grassa, cioè più ricca di calcina, di quello che è destinata per gli ordinari muramenti. Le facce de' muri si dispongono a ricevere la rinzaffatura col nettarle ed inaffiarle. Questo primo strato d'intonaco produce una superficie scabra ed irregolare. Su di esso, quando si è bene asciugato, si applica il secondo strato detto arricciatura, e si compone di malta meno grassa, che si distende con la cazzuola, e si congruaglia confricando la superficie con un dado di legno volgarmente detto *frataccio*, o *fratazzo*, ed anche *fracasso*, e spruzzandola di mano in mano con un pennello bagnato nell'acqua. Quindi la maniera usuale di dire arricciatura *fratazzata*. Per ottenere una superficie più tersa copresi l'arricciatura con un terzo leggiero strato di malta fina, cioè passata per crivello, ed è questo conosciuto nell'arte sotto il nome di scialbo, ovvero di colla.

Si fanno anche gl'intonachi di gesso, composti ugualmente di tre strati. In tal caso si rinzaffa il muro con malta di gesso piuttosto liquida; si arriccia con malta più densa e più purgata, e finalmente si scialba, o vogliamo dire s'incolla con una malta più fina di gesso passato per setaccio. È inutile avvertire che si fatti intonachi non sono adattati per quei muri che sono soggetti ad umidità.

È necessario che la superficie dell'intonaco ne' muri diritti riesca perfettamente piana e verticale, ovvero inclinata, secondo l'inclinazione della scarpa della muraglia, ciò che si ottiene con l'uso del piombo e della riga. Col sussidio di tali strumenti si

formano delle liste verticali d'intonaco a discreta distanza le une dalle altre, nella faccia che deesi stabilire, ovvero, se il muro è a scarpa, delle liste giacenti in tanti piani verticali e normali alla lunghezza del muro. Si comprende facilmente come queste liste formate in modo che facciano tutte parte della superficie piana che si vuol ottenere, abbiano a servir di guida alla riga per compiere l'apposizione dell'intonaco ne' frapposti intervalli. Se trattasi d'intonacare l'interno di una volta, l'operazione debbe essere regolata con l'uso d'opportune sagome di legno.

Le muraglie di mattoni, quelle di pietre dure, quelle ancora di pietre tenere, che siano state estratte dalla cava molto tempo innanzi di essere adoperate, per cui abbiano avuto campo di spogliarsi di quella umidità che queste ultime sogliono portare dal seno della terra, possono essere stabilite immediatamente dopo che son fatte, ed anche di mano in mano nel progresso della loro costruzione. Ma que' muri che sono fabbricati di pietra tenera da poco uscita dalla cava, debbono lasciarsi completamente asciugare prima d'intonacarli; senza di questa avvertenza l'umidità rinchiusa nella massa del muro spingendosi verso la superficie, ed impedita dall'intonaco ad esalare in vapore, fa forza sotto la crosta, la distacca, la fa screpolare, e sfogliare. L'esperienza c'insegna che è necessario il lasso d'un anno circa pel perfetto asciugamento di quelle pietre tenere, che provengono da cave umide. Volendo intonacare vecchie muraglie, bisogna scalzare prima le commessure con un ferro appuntato, onde estrarne la malta guasta, e per dar modo all'intonaco di attaccarsi più saldamente al muro. Quindi si netterà accuratamente la faccia che si vuol intonacare, e si verrà di mano in mano baguando prima di stendervi l'intonaco.

Quando il vecchio muro fosse corrosivo alla superficie, o che ivi se ne conoscessero deteriorati i materiali, prima di tutto bisogna staccarne col piccone tutte quelle parti superficiali, che avessero sofferto deterioramento, dopo di che si spazzi con una scopa,

quindi vi si applica una spoglia di malta intarsiata di cocci o di scaglie di pietre, per rimettere la parte mancante, e ridurne la superficie al primiero stato regolare. Questa riparazione preliminare dicesi rincoccatura. Risarcito così il muro, si applica l'intonaco su la sua superficie alla maniera solita.

Gl'intonachi de' muri nell'interno delle fabbriche possono francamente eseguirsi in qualunque stagione. Ma per gl'intonachi esterni si rende essenziale, di sfuggire le stagioni molto fredde, e molto calde, altrimenti si screpolano e cadono ben presto.

Ove trattasi d'incrostare cisterne, o altri recipienti d'acqua bisogna ricorrere all'intonaco di lapillo della grossezza almeno un quarto di palmo, e battuto a mazzocche.

LEZIONE SECONDA

Degli stucchi.

Quando le opere in stucco devono avere molto rilievo, come capitelli, trofei, cornici, ec., si comincia dall'ossatura nel modo seguente. Su' muri, su' soffitti o sulle volte ove debbesi eseguire il lavoro si fissano chiodi ed altri ferri, grandi in paragone dello sporto; quindi si prepara una malta di calce e sabbia fina ben mescolata, si procuri poi tanto gesso polverizzato quant'è la malta, cioè in proporzione del lavoro. Apparecchiato il tutto, si comincia dal bagnare con un pennello il luogo ove si sono attaccati i chiodi o i ferri, facendo in modo di lasciar questi asciutti. Quindi s'impasta una certa quantità di gesso con cui si coprono più presto che si possa tutt'i chiodi o ferri, dando al lavoro l'abbozzo della forma che deve avere.

Compiuta questa prima operazione si continua con gesso e malta misti assieme nel modo seguente. Prendesi una certa quantità di malta che si mette sopra una tavoletta, se ne forma una

specie di bacino da contenere una quantità di gesso impastato, che sia doppia della malta. Riempita d'acqua questa specie di bacino vi si semina del gesso colla mano, finchè abbia assorbito l'acqua, e s'impastano tutte assieme le materie, mescolandole per impiegarle al più presto. Pel terzo strato si diminuisce la dose del gesso, così che per l'ultima forma dell'abbozzo basta uno di gesso su tre di malta.

Finito l'abbozzo, mentre è ancor fresco, si comincia a dargli le forme principali ed i vuoti che debbono formare gli scuri nell'effetto del lavoro. Convieni tenere tutte le misure più scarse della spessezza dello stucco. L'abbozzo così preparato si lascia seccare fino a che non rimane più umido interno; allora si ricorre di stucco, che si apparecchia nel seguente modo.

Si prenderà dell'ottima calce, la quale estinta che è, bisogna o dilungarla in molt'acqua, per farla passare in uno staccio, onde levarne tutte le parti ghiaiose, o pure si macini sopra una lastra di marmo, e questo modo è preferibile perchè non l'indebolisce. La calce così stacciata o macinata si lascia riposare per quattro o cinque mesi, e talvolta anche più, perchè da quanto più tempo è spenta, tanto è migliore per lo stucco. La calce di nuovo estinta riesce male, a meno che non si abbia la precauzione di rimescolarla di tratto in tratto per facilitarne la dissoluzione. La materia migliore che si possa mischiare colla calce così preparata onde fare uno stucco bello, solido e durevole, è la polvere proveniente dalle scaglie del marmo di Carrara perchè è il più bianco ed il più brillante.

Lo stucco per gli ornamenti si apparecchia quando è prossimo il momento di adoperarlo. Si formerà di una quantità eguale di polvere di marmo e di calce, che si mescolerà bene senza mettervi acqua. Per mettere in opera lo stucco si comincia dal bagnar bene l'abbozzo fino a che non assorbe più acqua; allora si stempera un poco di stucco in un vaso, e con esso si coprirà con un pennello la parte che si vuol finire. Si stenderà sopra,

tutto ad un tratto con una spatola , uno strato di stucco duro , che si continuerà , finchè si vede che il primo posato comincia a seccarsi. Allora gli si darà l' ultima forma pulendola col rastiattoio d' acciaio e lini bagnati un poco rozzi , avvolti attorno al dito ; talora bisogna passarvi il dito senza lino , e vi sono opere che non si possono terminare che con questo mezzo per dar loro una morbidezza , che nè il rastiattoio , nè la spatola potrebbero procurare ; strumenti buoni soltanto per opere terminate da linee continue , come sono i giri delle volute de' capitelli , ec.

Le grandi superficie si uniscono con lini bagnati alquanto rozzi , e bisogna badare di rendere ben netti gli spigoli , altrimenti il lavoro non piace. Per ornamenti in basso rilievi che debbono avere poco sporto , è inutile fare l' abbozzo in gesso e malta , è bastante bagnare bene il fondo che debb' essere alquanto rozzo , onde lo stucco vi si attacchi meglio. Vi si stenderà sopra uno strato di stucco di circa due linee , che si unirà bene col dorso della cazzuola onde comprimerlo e dargli maggior fermezza ; si unirà quindi con un lino rozzo bagnato , onde togliere tutt' i segni della cazzuola ; così distendonsi gli stucchi delle superficie lisce de' muri e delle volte.

Quando il fondo sarà bene unito vi si applicherà sopra il disegno traforato dell' opera , e si spolvererà col carbone. Disegnati tutt' i contorni , si comincerà ad ammassare l' opera sul fondo con istucco duro , e ne' luoghi ove si troveranno sporti troppo grandi , si planteranno chiodi a teste larghe , per dar loro più sostegno. Mentre si modella questo stucco bisogna avere la precauzione di bagnarlo di tempo in tempo per impedirgli il troppo rapido indurimento , acciò il tutto faccia uno stesso corpo.

Per le opere di architettura , come le modanature , le cornici , le colonne , i pilastri , i cassettoni ed altro , le grandi masse si preparano in fabbrica : su queste masse si fa l' abbozzo in gesso ed in malta , come abbiamo spiegato. Quindi si adopera una sagoma per le modanature , presso a poco come pe' lavori in ges-

so, osservando che ne occorrono due, una per abbozzare, che debb'essere di una linea circa più piccola onde lasciare il posto all'ultimo strato di stucco. Queste sagome debbono essere munite di lastra di ferro intagliata come il legno onde fare le modanature più nette, e gli spigoli più vivi. Per gli ultimi strati bisogna che lo stucco sia più liquido che per gli ornamenti, e che sia anche più grasso; debb'essere composto di due parti di calce ed una di polvere di marmo. Per gli stucchi su facciate esteriori, o in luoghi esposti all'umido, non vi s'impieghi mai gesso perchè non resisterebbe. In questi casi bisogna far uso di pozzolana per l'abbozzo, ed in mancanza, di tegole peste: vi si potrà aggiungere qualche terra assorbente, come creta, o calce in polvere, onde più presto faccia corpo.

Si fa col gesso un'altra specie di stucco o marmo fittizio, che ha il lucido e l'apparenza de' più belli marmi, pe' diversi colori che ad esso si mescolano ed il pulimento che gli si dà; ma per la durata non è comparabile collo stucco fatto di calce e polvere di marmo. Lo stucco in gesso non resiste all'aria o all'umido, nè può adoperarsi che nell'interno degli edifici. Volendo fare un bello stucco bisogna scegliere il migliore gesso ed il più bianco; per adoperarlo si pesta in un mortaio di metallo, e si passa per uno staccio finissimo; indi s'impasta sciogliendolo nell'acqua di colla di Fiandra; l'uso è quello che fa conoscere il grado che conviene ad ogni specie di gesso, come pure il grado di cottura. In generale tutte le sostanze gelatinose, dopo d'essere state modificate convenevolmente, sono proprie del pari ad essere impiegate nella composizione degli stucchi in gesso.

Quando poi si vogliono imitare le diverse macchie de' marmi si adoperano gli stessi colori che per dipingere a fresco; questi colori si stemperano con acqua e colla, e se ne formano pallottole di vari colori; si prende con un coltello a paletta un poco di ciascun colore che si scioglie nell'acqua, mescolandolo, se è necessario, per aver la gradazione che si vuole imitare. S'intro-

ducono questi colori nel gesso fresco a misura che si stende , per dargli la forma dell' opera che si propone di fare. Quando lo stucco è secco si comincia a pulirlo con pietra pomice e con una specie di pietra cote , di cui gli operai si servono per affilare i loro ferri ; si continua col tripoli e con un pezzo di feltro e si termina col dargli il lucido coll' acqua di sapone , e finalmente col solo olio. L' olio appanna spesso lo splendore dello stucco quando non si ha la precauzione di fregare bene.

CAPO V.

DELLE VOLTE.

LEZIONE PRIMA

Delle curve che possono servire alla superficie interna delle volte.

Dicesi volta qualunque muro che sta sospeso , e ricopre un edificio ovvero qualche parte di esso , ed è organizzato in guisa, che si sostiene pel mutuo contrasto delle pietre che lo compongono, sovente aiutato dalla forza della malta che congiunge le sue pietre e per la resistenza de' piedritti laterali, cui esso si appoggia. Qualsiasi volta è terminata da due superficie, una inferiore interna e concava, che dicesi intradosso, l'altra superiore esterna e convessa , la quale chiamasi estradosso. Si chiamano imposte quelle linee in cui la superficie dell' intradosso viene a congiungersi e ad appoggiarsi ai circostanti piedritti. Le volte si distinguono principalmente in semplici e composte. Semplici sono quelle che hanno per intradosso una sola superficie curva : composte son quelle il cui intradosso è formato dal concorso di porzioni di più superficie.

La prima cosa da considerarsi nelle volte è la loro curvatura;

la più bella di esse , la più conveniente per la forma ed anche la più facile a disegnare è la circolare ; perciò non entriamo in verun particolare su di essa.

Dell' ellissi.

Nell' ellissi le due linee che s'incrociano al centro e che si dicono diametri dividono le superficie in parti eguali , e la loro grandezza cangia ad ogni punto della curva. Il più grande di questi diametri è chiamato asse maggiore , il più piccolo asse minore. Di tutt' i diametri i due assi s'incrociano nel centro ad angolo retto. L' ellissi essendo una curva chiusa e simmetrica, i due assi la dividono in due parti simili ed uguali. L' ellissi oltre il suo centro ha due fuochi : questi punti situati su l' asse maggiore procurano il mezzo di descrivere questa curva e di condurre ad essa le perpendicolari. Si trova il sito de' fuochi di una ellissi, *fig. 7* descrivendo dalle due estremità dell' asse minore con raggio uguale ad OB metà dell' asse maggiore degli archi che tagliano quest' ultimo ne' punti F f. Una delle proprietà principali de' fuochi consiste in ciò , che la somma delle linee tirate da un punto qualunque della curva P , a ciascuno di essi è sempre eguale alla lunghezza dell' asse maggiore : in guisa che si ha in tutt' i casi $fP + FP = \text{ad } AB$.

In questa proprietà dell' ellissi è fondato il modo di descrivere la figura ovale del giardiniere con un cordone e due palicciuoli. Piantansi questi ultimi ne' fuochi ed in essi attaccasi un cordone lungo quanto l' asse maggiore ; quindi con una punta messa nella piegatura del cordone si disegna la curva, avendo riguardo di tener sempre il cordone egualmente teso. Con questo semplice mezzo si ottiene una vera ellissi, come si vede nella *fig. 7*.

Si è anche immaginato uno strumento per descrivere l' ellissi, il quale è composto di una specie di croce, *fig. 6*, munito d' incavi ne' quali si mettono perni o tasselli mobili fatti a coda di

rondine, in guisa che possano muoversi senza uscirne; vi si adatta un regolo che entra negli assi di tali perni, o che vi si applica in modo da tenerli ad una distanza determinata senza impedirli di strisciare per le incavature. Da tale disposizione risulta che facendo muovere questo regolo, la punta si avvanza secondo un rapporto che varia in ragione della distanza de' perni. Così, facendo questa distanza uguale alla differenza de' due assi di un ellissi, una punta, o una matita posta all'estremità di questo regolo descriverà tal curva: e siccome tale distanza si può cangiare a piacere, si vede che questo strumento è atto a disegnare ogni specie d'ellissi.

Delle curve ovali o a mezza botte.

Il metodo per disegnare queste curve è fondato in due condizioni generali; la prima è che per formare con archi di cerchio una curva chiusa, conviene che la somma di questi archi sia di 360 gradi; la seconda che i centri degli archi che si uniscono siano sempre in una stessa linea: le ovali di cui abbiamo parlato sono più spesso a quattro centri: e determinata la lunghezza dell'asse maggiore, quella del minore dipende dal rapporto degli archi che si riuniscono.

Col metodo indicato nella figura 5 si divide l'asse maggiore in tre parti uguali ne' punti P Q dai quali come centro, e con una di queste parti come raggio si descrivono due circonferenze di cerchio che si tagliano ne' punti O N, questi punti co' due altri P Q sono i centri per descrivere l'ovale tirando prima le linee X P N, O P R, N Q K ed O Q Y per indicare i punti di riunione degli archi. Siccome gli archi X A R e K B Y che debbono formare le curvature all'estremità dell'asse maggiore fanno parte delle prime circonferenze descritte, così onde terminare l'ovale rimane a descrivere dai punti N ed O gli archi X C K, R D Y che a causa de' triangoli equilateri P O Q, P N Q ciascuno sarà di 60

gradi e gli archi XAR , KBY ciascuno di 120, il che da 360 gradi per la somma de' quattro archi, quindi le due condizioni generali per formare un ovale sono adempiute.

Nella fig. 8.^a l'asse maggiore è diviso in quattro parti uguali ne' punti LOM da questi punti come centri, e col raggio uguale ad una di queste parti si descriveranno tre circonferenze di cerchio. Quella del mezzo che passa pe' centri delle altre due, si troverà divisa in quattro parti eguali a' punti $ILMK$ che saranno i quattro centri dell'ovale. Condotte le linee ILF , IMY , KLE , KMG per indicare le congiunzioni degli archi si descriveranno quelli indicati da EDG , FCY , i quali colle parti de' cerchi già descritti da' punti LM formeranno l'ovale. Gli angoli formati dalle linee ELF , GMY , EKG , TXY essendo tutti retti, ciascuno degli archi corrispondenti sarà di 90 gradi, e quindi, la somma de' quattro sarà di 360. Il metodo indicato dalla fig. 9.^a consiste nel fare due quadrati uno presso l'altro sopra una stessa linea. Con la metà di ogni diagonale si formi un'altro quadrato, e gli angoli $EFGH$ sono i centri per descrivere l'ovale, cioè G per l'arco MAI , H per l'arco NBO , F per l'arco ICO ed E per l'arco MDN . Ciascuno di questi archi essendo di 90 gradi; quattro ne danno 360 come nella figura precedente. Si vede dalla fig. 5.^a che più sono grandi gli archi delle estremità rapporto a quelli del mezzo più è aperta l'ovale.

Delle curvature ad undici centri.

La maniera di descrivere una curva composta di più di tre archi di cerchio è un problema indeterminato che può avere gran numero di soluzioni, ne daremo una e la più facile onde possa essere intesa da tutti.

Per descrivere questa curva che è più aperta dell'ellissi, dopo avere determinato il semidiametro AC ad un dato numero di palmi e la lunghezza del raggio Ad , fig. 10, degli archi di ori-

gine ad un terzo di AC si divide dC in quindici parti eguali, delle quali una si dà a d , due ad i , tre a k , quattro ad l , e cinque ad m , fissando quindi CH al doppio di AC si divide in cinque parti uguali e dalle divisioni $DEFGH$ si conducano linee a quelle dell'orizzontale dC abbastanza prolungate per servire a terminare la grandezza degli archi, i cui centri sono dati dalle intersezioni di queste linee. Tali sono le rette DdI , EiK , FkL , $G l M$ ed $H m N$, i cui punti d'intersezione, e $f g h$ danno i centri degli archi intermedi. Così d è il centro dell'arco AI , e quello dell' $I K$, f quello dell'arco KL , g dell'arco LM , h di MN , ed H di $N B$.

Delle curvature per gli archi rampanti.

Si adoperano questi archi per formare aperture sotto parti di costruzioni in declivio, come tetti e salite di scale, ed anche per puntellare i punti d'appoggio delle volte a resta. La curvatura di queste volte è d'ordinario formata da due archi di cerchio di raggi diversi che si uniscono con tre tangenti, due delle quali formano i piedritti, e la terza che è solamente linea di operazione, determina la sommità della curvatura; perciò è chiamata linea di sommità. Così i due archi di cerchio da descrivere debbono unirsi insieme su la linea di sommità, e con quella de' piedritti all'altezza delle origini, determinate da una linea inclinata che si chiama linea di salita. La linea della sommità è il punto di contatto della curvatura dell'arco su questa linea, e quella che serve a determinare la linea di salita, la grandezza degli archi e la positura de' loro centri.

Sia $F G$ fig. 13.ª la linea di sommità, e T il punto di contatto, $F A$ e $G B$ la direzione de' piedritti; si determinerà la linea di salita che passa pe' punti delle origini, portando $F T$ da F in A e $T G$ da G in B , se si conduce $A B$ essa sarà la linea di salita. Per avere le curvature si tirerà dal punto T una perpendicola-

re indefinita ad F G e due altre da' punti A B alle direzioni dei piedritti; i punti g e C ove s' incontreranno saranno i centri per descrivere la curvatura; cioè C per l'arco A T e g per l'arco T B. Quando il punto T è preso nel mezzo della linea di sommità fig. 12.^a la linea di salita si trova ad essa parallela, perchè allora TF essendo uguale a TG, G B deve trovarsi uguale ad F A. Ogniqualvolta il punto T non sia nel mezzo della linea di sommità, essa non sarà parallela alla linea di salita.

Quando è data la linea di salita, per trovare la linea di sommità di cui si conosce l' inclinazione, si tirerà ad una distanza qualunque da A B una linea e f, che abbia la data inclinazione; quindi da' punti e f come centri, si descriveranno due archi di cerchio A H, B K fino all' incontro della supposta linea di sommità e f.

Se da' punti A H, B H si conducano linee prolungate indefinitamente, il punto T ove s' incontreranno indicherà il punto di contatto per cui deve passare la linea di sommità; cioè al di sopra, se la linea supposta e f è troppo bassa, e al di sotto se è troppo alta, come vedesi nella fig. 12.^a

Quando la linea di sommità dev'essere a livello, se si conosce la linea di salita si può determinare il sito del punto di contatto su la linea di sommità, descrivendo dal punto H fig. 11.^a il quarto di cerchio B L, che taglierà A H prolungata in L dividendo quindi A L in due parti uguali nel punto G, si farà passare per esso una perpendicolare indefinita, su la quale si porterà la grandezza G A da G in D: questo punto sarà quello di contatto, per cui dovrà passare la linea di sommità E F. Conducendo dal punto B una perpendicolare a B H, essa incontrerà D G in un punto I, che sarà centro dell'arco piccolo D B e G quello dell'arco maggiore A D.

Della catenaria.

Chiamasi catenaria la curva A C B fig. 14^a formata da una catena composta di anelli eguali, e sospesa per le estremità a due punti meno distanti della lunghezza della catena, in guisa che la sommità C di questa curva è sotto il punto di sospensione. Per descriverla conviene procurarsi una catena di metallo ben fatta e di anelli eguali e mobili; si sceglierà quindi un muro a piombo e bene intonacato; vi si descriverà una linea orizzontale indefinita, su la quale si segnerà la larghezza A B, che deve avere la curvatura alla sua origine; su la metà di A B si abbasserà una perpendicolare, per notarvi l'altezza della curvatura da D in C; ciò fatto, avendo fermata una estremità della catena al punto A, si farà scorrere lungo l'altro B, finchè il mezzo arrivi al punto C; fissata la catena in questa positura con due chiodi situati ne' punti A e B, formerà la catenaria che conviene a questo caso particolare. Lo stesso sarà per qualunque altro caso.

LEZIONE SECONDA.

Delle volte acute e delle volte semplici.

Le volte acute, cioè quelle che sono più alte della metà del diametro, hanno il vantaggio di spinger meno di quelle a tutto sesto e quindi anche meno delle volte schiacciate; nondimeno malgrado questo vantaggio, quando l'elevazione sorpassa il quarto del diametro, la curvatura produce un cattivo effetto, il che determina a farne uso solamente quando la forma deve cedere, alla solidità. Le volte acute che hanno solidità maggiore e meno spinta, sono quelle formate da due archi di cerchio come le volte gotiche. Questa proprietà rende la curvatura di un grande soc-

corso per le impostature, ed in generale per tutte le costruzioni nascoste il cui oggetto è di unire la solidità alla leggerezza.

La volta a botte che è la più bella delle volte semplici, ha le imposte nelle intersezioni di un piano orizzontale con le facce interne di due opposti muri ed ha per intradosso una superficie cilindrica generata da una retta, che si muove percorrendo un arco di curva giacente fra le due imposte in un piano perpendicolare ad esse, conservandosi sempre parallela alle imposte. La curva che dirige il movimento della retta generatrice dell'intradosso, costituisce il sesto della volta, o sia curva dell'intradosso. Ordinariamente il sesto di una volta a botte è un arco di circolo. Se questo arco è di 180 gradi, la volta dicesi di tutto sesto, ma se l'arco stesso è minore del semicerchio la volta dicesi di *sesto scemo*. Talvolta la curva dell'intradosso d'una volta a botte è un arco ellittico. Egli è chiaro che poggiando la volta a botte su i due opposti muri o piedritti X Y figura 15.^a è per essa affatto indifferente che sussistano o no gli altri due muri U Z.

Della volta a vela.

Per prendere una giusta idea d'una volta a vela bisogna considerarne geometricamente le genesi. Sopra i quattro lati della pianta quadrata o rettangola, intendasi appoggiata una calotta sferica, ovvero ellissoidica: avente per base il circolo circoscritto al quadrato stesso, e quindi s'intendano protratti superiormente i muri finchè taglino la superficie della calotta. Quella porzione di tal superficie che verrà circonscritta da quattro muri sarà l'intradosso della volta, le cui imposte sono i quattro archi circolari, ne' quali accadono le intersezioni de' muri con la superficie della calotta. La fig. 16.^a rappresenta una volta a vela sopra una pianta quadrata.

Tanto le volte a botte, che quelle a vela possono insistere ad una pianta rettangolare. Le volte a botte quando sono di poca lun-

ghezza, relativamente alla distanza fra le due imposte che costituiscono la corda della volta, si distinguono con la particolare denominazione di archi. Ne' ponti ricevono particolarmente il nome di arcate.

Tre specie di volte semplici si hanno a base circolare 1.° volta a calotta, o sia cupola semplice, l'intradosso della quale è effettivamente una calotta di qualche superficie di rivoluzione tagliata normalmente al suo asse, che si suppone verticale. Le calotte sono d'ordinario o sferiche o ellissoidiche. Le calotte emisferiche diconsi anche calotte di tutto sesto. Quando la saetta è minore del raggio della base, la calotta è di sesto scemo, e quando la saetta è maggiore del raggio stesso, allora la calotta diceasi di sesto rialzato. 2.° Volta *anulare* la quale si adatta a ricoprire quegli edifici che hanno la pianta a forma di zona circolare, vedi fig. 17.^a L'intradosso di queste volte è una superficie curva generata dalla rivoluzione d'un arco di circolo, d'ellisse, o d'altra curva costituente il sesto della volta intorno alla verticale condotta pel centro della zona circolare; essendo condizione essenziale, che l'arco generatore si congiunga all'imposta e giaccia sempre in un piano che passi per la detta verticale. Queste volte possono essere di tutto sesto, di sesto rialzato o scemo. 3.° Volte a chiocciole o spirali, le quali costituiscono le rampe o montate delle scale a chiocciola a base circolare, vedi fig. 18.^a Anche agli edifici di pianta ellittica si adattano tre specie di volte analoghe a quelle testè enumerate, cioè 1.^a volta a calotta ellissoidica; 2.^a, anulare sopra una base a forma di zona ellittica 3.^a elicoidica, avente per base una ellissi.

Descriveremo alcune specie di volte semplici di pianta irregolare.

1. Volte a botte in isbieco, fig. 19.^a se ne fa uso nelle arcate di qualche ponte, quando le circostanze obbligano a situarla in modo che tagli il fiume in direzione obliqua a quella dell'alveo.
2. Volte coniche sopra una base triangolare, ovvero trapezia, fig.

20^a, insistente sopra una base triangolare, o trapezia isoscele; nel quale caso la superficie della volta è la metà, ovvero un segmento minore della metà della superficie d' un cono retto. Quando la base sia un triangolo scaleno ovvero un trapezio scaleno, la superficie dell' intradosso della volta ad essa insistente sarà parte essa pure della superficie d' un cono scaleno. 3. Più generalmente una volta di pianta trapezia può avere per intradosso una superficie gobba generata dal movimento di una retta che si appoggia costantemente a due date linee curve giacenti in due piani verticali, condotti pe' due lati opposti del trapezio e ad una linea retta orizzontale, giacente nel piano verticale che taglia per metà que' medesimi due lati della base trapezia. Si possono anche chiamare volte a schiancio, attesochè sono particolarmente adattate a coprire quei vani di porte o finestre che hanno gli stipiti voltati in schiancio, o come volgarmente dicesi, *a squincio* vedi fig. 21. E chiaro che acciocchè le imposte M M, N N sieno due linee rette, importa che l'orizzontale la quale dirige il movimento della linea generatrice, passi per quel punto O in cui le due rette condotte pe' punti M N, ed M N concorrano sul piano verticale Q Q, che taglia per mezzo il vano.

CAPO SESTO.

DELLE VOLTE COMPOSTE.

Volta a botte semiovale.

La volta a botte semiovale la quale ha per intradosso la superficie curva, generata dal movimento d' una retta che si mantiene costantemente orizzontale, e percorre una semiovale a tre o più centri, tracciata in un piano verticale e normale alle imposte, alle quali essa si congiunge. E chiaro che cotesta superficie non è continua, ma bensì formata da varî segmenti di su-

perficie cilindriche , corrispondenti a diversi archi circolari che compongono la semiovale costituente il sesto della volta.

Volta a botte gotica.

Le volte a botte gotiche, o di sesto acuto differiscono delle volte semplici a botte per la natura della curva , che dirige il movimento della retta generatrice dell'intradosso, la quale nelle volte gotiche risulta dal concorso di due archi , uguali di circolo, vedi fig. 22.

Volta a crociera.

La volta a crociera, fig. 23 composta da quattro porzioni di due volte a botte uguali, delle quali le due porzioni X X appartengono alla botte appoggiata ne' due muri opposti a a, e le due y y all'altra botte eretta su due muri b b. Le volte a crociera possono essere di tutto sesto , di sesto scemo , di sesto acuto ed anche ellittico , e semiovale corrispondentemente alle volte a botte componenti. Possono essere sostituite da quattro piedritti situati ne' quattro angoli della pianta fig. 24.

Volta a schifo , o sia a conca.

La volta a schifo , o sia a conca , formata anche da quattro porzioni di volta a botte, delle quali le due X X fanno parte della botte appoggiata a' muri a a, le due Y Y appartengono alla botte posta su' muri b b , vedi fig. 25.

Cupola composta.

La cupola composta risulta dalla combinazione d'una volta a vela troncata con un piano orizzontale condotto pe' vertici delle

curve d'intersezione della vela co' piani verticali, che passano pei lati della base, e costituiscono le facce interne de' muri, e d'una calotta o cupola semplice, avente per base la sezione circolare fatta nella vela. Ma d'ordinario fra il tronco di vela e la calotta è interposta una parte cilindrica di qualche altezza, e che dicesi tamburo della cupola, le quattro porzioni del tronco di vela, che formano la parte bassa, diconsi timpani, angoli, peducci, ed anche pennacchi della cupola.

Ad una pianta rettangolare possono pure accomodarsi varie specie di volte composte.

1. La volta a botte semiovale non diversa da quella che si adatta ad una base quadrata, se non per la disuguaglianza della sua lunghezza dalla sua larghezza.

2. Volta gotica, che differisce da una volta del medesimo sesto gettata sopra una pianta quadrata, soltanto per quella diserepanza, fra la lunghezza e la larghezza, che è proprio del rettangolo base.

3. La volta a crociera conviene anche ad una pianta rettangolare. Le due botte componenti hanno essenzialmente una medesima saetta, e disuguali larghezze.

4. La volta a schifo, composta di quattro porzioni di due botte, che si tagliano in croce, ed hanno in questo caso una medesima saetta, e disuguali larghezze.

5. La volta a lunette, che non è se non una volta a botte, interrotta da porzioni d'altre volte della medesima specie di minor sesto, ed avente i loro assi in tanti piani normali a quello della botte principale, fig. 26. Si chiamano lunette quelle porzioni di piccole botte che interrompono la principale. Talvolta le lunette hanno i loro assi acclivi verso la sommità della botte principale, che è appunto il caso espresso nella figura citata. E se questa inclinazione sarà tale che la linea costituente la sommità della lunetta divenga tangente alla superficie della botte maestra, si avrà il vantaggio che le intersezioni delle lunette con la botte princi-

pale saranno archi di circolo, mentre in caso diverso sono curve a doppia curvatura, disagiata all'occhio, e difficili ad ottenersi in effetto con una discreta precisione. Possono esservi anche delle volte rampanti a lunette, le volte anulari possono esserlo del pari. Queste specie di volte sono suscettibili di tutte quelle diversità di sesto che sono proprie delle volte a botte.

Gli edifici di pianta poligona regolare possono anche essere coperti con molte volte composte; non ne accenneremo che tre.

1. Volta poligona a spicchi rientranti.

La volta poligona a spicchi rientranti ha l'intradosso costituito da tante porzioni di volte a botte, quanti sono i lati del poligono. Così su la pianta ottagonale figura 27 saranno sei spicchi ed i due *xx* saranno parte della botte impostata su'lati *a a*, i due altri *y y* apparterranno alla botte insistente ai due lati *b b*, i due *z z*, a quella che sorge su' muri *c c*, ec. Si comprende che possono competere a questa volta poligona tutti que' vari sestii che abbiamo veduto potere occorrere nelle volte a botte semplici e composte.

2. Volta poligona a lunette.

La volta poligona a lunette, o sia a spicchi salienti; l'intradosso di questa volta risulta da tante lunette cilindriche, fig. 28, quanti sono i lati della base, avendo ciascun cilindro il suo asse orizzontale, ovvero acclive, come appunto nella citata figura, verso l'asse verticale dell'edificio, e normale ad uno de'lati della base nel piano delle imposte, e nel punto di mezzo del lato stesso. Sarà ben fatto che il cilindro in vece di essere retto, nel quale caso, supponendo il suo asse inclinato all'orizzonte, la sua intersezione col piano della parete sarebbe un arco ellittico, sia di sua natura obliquo talmente che la detta intersezione succeda in un arco di circolo.

3. Vela sferica sopra pianta poligona.

Sopra una pianta poligona può ottenersi una cupola analoga a quella che abbiain veduto potersi costruire sopra una base quadrata, piantando su l'edificio poligono una vela sferica, orizzontalmente troncata, ed ergendo su questa una calotta o immediatamente, ovvero mediante l'interposizione di un tamburo. Ma ordinariamente la vela sferica non è troncata da tutt'i piani delle pareti sorgenti su'lati della base, ma bensì alternativamente dall'uno sì è dall'altro no, e ciò segnatamente nel caso più comune che la pianta sia un ottagono, in modo che ciascun timpano di essa vela termina inferiormente all'imposta in quell'arco del circolo base della vela stessa, cui insiste il corrispondente lato della pianta, vedi fig. 29.

CAPO SETTIMO.

DELLA MATERIALE STRUTTURA, E DEGLI ARMAMENTI DELLE VOLTE.

La materiale struttura delle volte può essere in pietra da taglio, in conci di pietrame, in mattoni, in vasi, o tubi laterizi, e finalmente in muramento cementizio o di smalto. La struttura in pietra da taglio conviene a quelle volte che sono soggette a sopportare gravicarichi, o a risentire violenti scosse, come le arcate de' ponti, conviene anche in quegli edifici fatti per eternare la memoria di qualche segnalato avvenimento. Ma ove tali motivi non sono, la struttura in pietrame e la laterizia meritano la preferenza, non solo per la maggiore facilità e la maggiore economia di costruzione, ma ben anche della maggiore leggerezza per cui diminuisce non poco la spinta delle volte contro i laterali piedritti, anzi la tenacità della malta fa sì, che le volte costrutte in pietrame o in mattoni, quando il muramento ha fatto buona pre-

sa, agiscono su' piedritti come se fossero tutte d'un pezzo solo, vale a dire non esercitano su di essi che una pressione verticale; tanto che non può mai derivarne una spinta orizzontale, a meno che per qualche causa non resti vinta la tenacità della malta, e la volta venga a spezzarsi in varî punti.

L'effettiva costruzione delle volte consiste nel collocare ordinariamente i cunei a' posti individuali, per cui furono apparecchiati, e non richiede se non che la predisposizione delle necessarie centinature accomodate al sesto della volta ed ai conati cui debbono resistere; le armature o centinature debbono servire nello stesso tempo di forma, e di sostegno alle volte di muro, intanto che vengono fabbricate, finchè chiuse ed assododate, sieno in istato da potersi mantenere in equilibrio da sè medesime. Quindi è necessario che qualunque di coteste armature presenti al di sopra una superficie curva, che si confonda con quella della faccia interna, o sia dell'intradosso della volta, e sia composta di membri così forti, e così ben combinati, che la figura di essa superficie non possa alterarsi sotto il carico crescente delle parti laterali della volta, che ad essa si appoggiano. Nell'armadura d'una volta si distinguono due parti; una resistente, che è la così detta centinatura, l'altra completiva la quale costituisce la così detta superficie curva, su la quale deve riposare la volta, e può chiamarsi il *manto* dell'armadura. La centinatura d'una volta a botte consiste in una serie di centine verticali, disposte per traverso; queste centine si appoggiano di quà, e di là; o nel risalto d'uno stabile cornicione, se questo a caso esistesse su' muri laterali, ovvero sopra mensole di pietra appositamente infisse ne' muri medesimi, o finalmente sopra due architravi di legno, che a bella posta si pongono aderenti ai muri lungo le imposte della volta, sostenute da sottoposte candeie verticali. Le grandi centine talora si sostengono mediante altri appoggi intermedi, piantati su l'area sottoposta.

Per le volte di leggiera struttura, come sono quelle di matto-

ni, di pietrame o di malta, sono ottime le centine di tavole, come vedesi nella figura 30.^a la quale è formata da due ordini di tavole sovrapposte e legate insieme, con chiodi o con perni a vite, e qualche volta con caviglie di legno. Le punteggiature semicircolari dimostrano il taglio necessario per la riduzione della centina, tanto esternamente che internamente. Segati i dorsi delle centine secondo la curvatura dell'intradosso della volta, si dispongono esse distanti fra due a quattro palmi l'una dall'altra, secondo la maggiore o minore ampiezza della volta; si assicurano con vari ordini di sbadacchi interposti; affinchè non abbiano a declinare dalla positura verticale; quindi vi si costruisce sopra il manto con tavole inchiodate per lungo, e qualche volta con un semplice strato ricurvo con canne, coperto al di sopra d'un leg-giero intonaco di terra stemperata nell'acqua.

Qualora la parte interna della volta debb'essere ornata di cassette, questi si disegnano su la superficie del manto, a seconda del divisato compartimento, e quindi vi si costruiscono con regoli, e con tavole de' lavori di rilievo corrispondenti a quelli d'incavo, che dovranno essere al di sotto della volta. Con questo semplice artificio si ottiene, che nel costruire la volta viene a stamparsi, per così dire, in essa il compartimento, che poscia si perfeziona intonacando le superficie, e formando le modanature ec.

Per riguardo poi alle volte di pesante struttura, come quelle di pietre da taglio, e quelle di muro, massicce più dell'ordinario, abbisognano di più massicce armature. Le centine si compongono di travi, e ciascuna di esse costituisce un sistema di figura triangolare o poligona, onde per ridurre alla necessaria convessità la parte di sopra, su la quale dee adattarsi il manto, conviene aggiungere addosso alle travi superiori de' pezzi di legno tagliati a bella posta della requisita curvatura; membri completivi a' quali si può dare il nome di forme, ovvero di curve.

Le centine per le volte e le arcate di piccola apertura, sono per lo più semplicemente formate di due puntoni o cosciali p p

figura 31.^a ritenuti dal tirante o catena c c. la quale si appoggia sopra i due architravi b b, giacenti lungo le imposte laterali su'sostegni verticali, o sia candele, e e. Se la volta è d'una mediocre ampiezza le centine possono farsi come nella figura 32.^a di quattro cosciali p p p p uniti alla catena c c mediante le tre razze r r r. Tutti i nominati membri in questo sistema sono scambievolmente connessi con incastri a maschio e femmina, assicurati con caviglie di ferro, come osservasi dalla figura. In rinforzo della catena, se è necessario, possono adoperarsi i due sacconi s s, appoggiati alle laterali candele e e. Talvolta a ciascuno de' cosciali p p, se ne sovrappongono de' minori, relativamente a' quali il cosciale principale assume l'ufficio di catena, ed in questo caso il sistema termina al di sopra in quattro lati, ugualmente che nell'altro sistema espresso nella figura.

Su' cosciali p p, figura 31.^a si applicano le forme ricurve, per mezzo delle quali si rende convenientemente convessa la centina, e quindi si forma il manto dell'armadura, disponendo su le centine delle piane, o altri legni orizzontali, detti dossali. Talvolta si pratica di stabilire immediatamente un manto di tavoloni addosso a' cosciali, senza aggiungervi le forme di legno, e di costruire poscia su le falde piane del manto stesso de' segmenti cilindrici di muro, corrispondenti alla curvatura interna della volta, alla quale questo muramento serve di appoggio immediato, ed insieme di forma.

Affinchè il taglio delle curve o forme di legno corrisponda esattamente alla stabilita curvatura, se ne segnano le tracce su' fianchi de' pezzi che voglionsi ridurre, mediante sagome di tavole, preparate espressamente, le quali si chiamano *garbi*, *sesti* e *modani*. Si fa anche uso d'una sagoma dell'intera arcuazione dell'intradosso onde portare alla giusta convessità il muramento, quando questo deve supplire alla forma piana delle varie falde, che compongono il manto applicato immediatamente su' cosciali,

in conformità della pratica testè additata. La sagoma in questo caso non è che una centina portatile, composta di tavole addoppiate, nel modo altrove spiegato.

Fatta la centina o sia forma d'una volta qualunque, nel modo testè indicato, i cunei si dispongano puntualmente in conformità del divisato sesto della volta, purchè siano tagliati con la più grande esattezza. Ma siccome assai di raro avviene che i cunei siano apparecchiati con tanta cura, così è forza di correggerne l'imperfezione, insinuandovi della malta.

Per la buona riuscita delle grandi volte in pietrame, ovvero laterizie, importa di osservare nell'effettiva costruzione di esse alcune particolari cautele che quì accenneremo. 1.° Che dal pietrame sia diligentemente separato il *cappellaccio*, ed i pezzi sieno conciatì con la martellina, in modo che acquistino una forma grossolanamente regolare, e che le facce divengano discretamente appianate. 2.° I mattoni ed il pietrame si bagnino prima di metterli in opera. 3.° È necessario non essere avari di malta e di far sì che questa avviluppi bene da ogni parte le pietre ed i mattoni. 4.° Si batta ciascun pezzo in opera con la martellina, affinchè si unisca quanto più è possibile agli altri. 5.° All'estradosso s'inseriscano delle scaglie di pietre fra le commessure, acciocchè di mano in mano i vari ordini di filari di mattoni o di conci si dispongano normalmente al sesto della volta. 6.° S'immorsino gli uni con gli altri i vari filari, affinchè il sistema divenga unito. Nelle volte laterizie antiche, le quali ordinariamente erano composte di due giri di mattoni sovrapposti, si osserva che di tanto in tanto questi due giri erano collegati da mattoni di doppia larghezza degli altri, e che perciò si estendevano a tutta la lunghezza della volta. La chiave, cioè l'ultima pietra nel vertice della volta vuol essere collocata senza forzarla smoderatamente. Ad ogni modo convien guardarsi di batter la chiave a colpi di mazza, o di forzarla soverchiamente con zeppe, come qualche volta usano i muratori, affinchè il vio-

lento sforzo non abbia ad agitare la volta , ed a produrre qualche alterazione ne' muri ancor freschi.

Le piccole volte negl'interni appartamenti possono essere costrutte di mattoni in due maniere diverse. 1.^o Con un giro di mattoni messi in taglio o sia in costa, vedi la figura 33.^a Degli archi costrutti a questa foggia possono servire invece d'incavalature, per sostegno de' coperti, come lo dimostra la figura. 2.^o Con uno o due giri di mattoni in piano, figura 34.^a Questo secondo modo di struttura esige che si faccia uso di gesso. Le volte cementizie , o sia di smalto , usitatissime presso gli antichi , si costruiscono come di getto sopra un tavolato disposto su le centine, a seconda delle superficie dell'intradosso. Sul dorso di codesto tavolato, che costituisce la forma delle volte, si compongono in rilievo con opportuni telai di legno, quei compartimenti che non di rado si destinano all'interno abbellimento delle volte, affinchè tali compartimenti vengano abbozzati grossolanamente nella prima struttura della volta , per essere poi perfezionati dopo la rimozione della centinatura. Lo smalto si distende in massa su la forma così apparecchiata, avendo cura di batterlo, affinchè si addensi, e prenda maggior consistenza.

Si fabbricano anche delle volte di struttura mista : così talvolta ne' ponti si fanno per maggior solidità , e per magnificenza, le estremità o sia le teste delle arcate , in pietre da taglio , mentre il rimanente di esse , per maggiore economia si costruisce semplicemente in pietrame , ovvero in mattoni. Così pure spesso si vede nelle volte di gotica architettura esser costrutte in pietre da taglio le costole , che ne formano il carcame, mentre gli spazi interposti e completivi sono di struttura laterizia , ovvero in pietrame. Nelle volte di smalto è assolutamente necessario di venir distribuendo a giusta distanza l'uno dall'altro degli archi in muramento di mattoni o di pietra, i quali facciano l'ufficio d'ossami, e servano di sostegno alle masse di più leggiera struttura ; procurando che le varie parti del sistema si uniscano

saldamente fra loro per mezzo di continuate immorsature , talmente che ne resulti l'insieme quasi d'un solo masso indissolubile.

Si è già accennato il bisogno delle centinature destinate a sostenere le volte durante la loro costruzione. Ora che abbiamo descritte le altre specie di volte , sarà facile il comprendere quali forme di armadure ad esse distintamente convengano.

L'armamento delle volte a crociera , e delle volte a lunetta esige struttura sostanzialmente uguale a quella d'una volta a botte , dovendosi adattare tale armadura alla botte principale , che nelle volte lunulate è unica , e non può confondersi con alcun'altra, e nelle volte a crociera può ravvisarsi indistintamente nell'una o nell'altra delle due botti componenti. Fabblicata la centinatura della botte principale, si applichino sul dorso di questa le centinature delle lunette, o delle altre due falde della crociera, disponendovi a traverso altrettante porzioni di centinature di volte a botte adattate alle forme, e alle dimensioni delle lunette, ovvero delle dette due falde trasversali della crociera.

Le volte a botti rampanti , e le zoppe , come pure le anulari si armano con una disposizione analoga a quella delle botti ordinarie, con adattate modificazioni alle particolari forme di queste specie affini, come facilmente s' intende. Per bene armare le volte a schifo si tirino prima due centine in croce pel vertice della volta ne' due piani verticali , che taglino per metà i quattro lati della pianta ; e quindi due altre centine allungate su le diagonali della pianta stessa. Quindi, se fa d'uopo, con un numero sufficiente di costole parallele rispettivamente all'una o all'altra delle due prime centine intere , si compie l'orditura del sistema, a cui vanno appoggiati i dossali , e quindi il manto corrispondentemente alla divisata superficie dell'intradosso della volta. Da tale struttura si può facilmente arguire quale sia quella che può convenire per l'armamento delle volte a spicchi rientranti sopra una base poligona.

La centinatura d'una volta a vela è composta di due centine intere, messe su le diagonali del quadrato, o del rettangolo base di quattro altre centine intere erette su' quattro lati della figura, ed accomodate alla curvatura degli archi, che costituiscono i lembi della volta lungo le pareti circostanti; e finalmente d'un numero sufficiente di costole, ognuna di esse giacente in un piano verticale condotte pel vertice della volta.

Per le calotte e cupole semplici le armature sono formate da un numero sufficiente di costole, o mezze centine, che partono dal vertice, e giungono al perimetro della base della calotta o cupola, giacendo ciascuna di esse in un piano verticale che passa per la sommità della calotta.

La flessibilità naturale del legname, e quel restringimento, di cui sono sempre suscettibili le articolazioni dell'armatura, per quanto accurato se ne voglia supporre il lavoro, rendono le grandi centine disposte ad incorrere progressivamente in vari cangiamenti di figura, di mano in mano che vien crescendo su' fianchi di esse il carico della volta. Nelle centinature delle piccole volte questo effetto si rende insensibile o nullo, atteso che generalmente vi si adoperano membri assai più grossi e più numerosi di quello che si richiederebbe pel poco carico che deve essere addossato al sistema; ma nelle grandi centinature è inevitabile; e tutta la cura del costruttore debb'essere rivolta ad impedire le svantaggiose conseguenze, che potrebbero derivarne a danno della forma, ovvero della solidità della volta. Bisogna avvertire di far progredire di passo uguale la costruzione d'ambi i fianchi della volta, e di tener di mano in mano caricata di pesi provvisionali la sommità della centinatura in proporzione che il carico viene aumentandosi su' fianchi. Queste precauzioni tendono a far sì che il cedimento avvenga progressivamente uniforme nell'un fianco e nell'altro, senza che il sesto della centina cessi mai d'esser simmetrico intorno alla verticale, che passa per la di lei sommità; ed a togliere tutte quelle mosse

che nascerebbero dalla disuguale distribuzione del carico, e che sarebbero seguite da altre contrarie, di mano in mano che il peso della volta si venisse estendendo su quelle parti che prima non erano gravate. Così se sopra uno de' fianchi si facesse crescere la volta più presto che su l'altro, la centina piegherebbe verso la parte meno premuta, e si rimetterebbe poi, sebbene forse non perfettamente, al suo sesto, quando anche da questa parte la volta si trovasse poi avanzata come dall'altra. E se si trascurasse di sopracaricare la centina nel vertice con pesi provvisionali, di mano in mano che si vengono costruendo i fianchi della volta, ne avverrebbe che da prima i fianchi della centina si stringerebbero, e se ne solleverebbe, per conseguenza, il vertice; ed in fine gradatamente calerebbe di bel nuovo la sommità, e si allargherebbero i fianchi, quando la parte superiore venisse anche essa aggravata, nell'avvicinarsi della volta al suo compimento.

Nella costruzione delle grandi volte avviene che per l'assettarsi delle articolazioni delle centine, di mano in mano che l'armadura viene sovracaricata, il sesto delle centine stesse si deprime alcun poco, più o meno, secondo la qualità del legname, e secondo che le articolazioni medesime sono state elaborate con minore o maggiore accuratezza. Di più nel rimoversi l'armadura, dopo che la volta è compiuta, rimanendo questa abbandonata a se stessa, per la contrazione che succede nelle malte, perfettamente compresse dal conato di tutte le parti della volta a discendere, questa necessariamente soggiace a qualche depressione, più o meno, secondo la qualità della malta, e della maggiore o minore perfezione della struttura.

A causa di questi inevitabili effetti, accade generalmente che le volte, e segnatamente le più vaste, e le più pesanti, quando dopo il loro disarmamento sono giunte ad assestarsi, prendono un sesto alquanto diverso, e più schiacciato di quello, a seconda del quale erano state costrutte le centine. Se dunque si vuole

che la sacetta e l'arcuazione d'una volta , corrispondano dopo la consumazione de' motivati due effetti al sesto divisato nel progetto , sarà d'uopo di rialzar quello delle centine di tanto , quanto verisimilmente si potrà supporre il totale abbassamento, che accadrà nella volta. A prevedere con fondamento quanto potrà essere il calo d'una volta , non havvi altro espediente che quello di consultar l'esperienza , ricercando nelle memorie dell' arte , quale sia stato il calo d'altre volte soniglienti a quella , che dà occasione alla ricerca , sotto il maggior numero possibile di riguardi. La solida ed accurata struttura delle centine , e la perfezione del taglio e del collocamento delle pietre , valgono , se non ad esentare da qualunque calo le volte , almeno a renderlo di ben poco momento.

Dalle varie mosse che hanno luogo nelle volte in pietre da taglio , sia durante la costruzione, sia dopo la rimozione delle centine , ne deriva che la scambievole pressione de' cunei si fa sentir più che altrove lungo il lembo superiore o inferiore delle loro facce poste a contatto , e che ivi perciò è più imminente il pericolo che le pietre screpolino o si scagolino. Giova però l'avvertenza di situare le zeppe a distanza dal ciglio superiore e dall'inferiore de' cunei , e di tagliar questi cigli leggermente a schiancio , onde impedir che si tocchino. Se talvolta dopo il disarmamento della volta si vedesse che la malta delle commessure fra i cigli de' cunei fosse smoderatamente costipato , converrebbe sgretolarla e toglierla alla profondità di qualche centimetro , affinchè l'eccessivo sforzo non producesse qualche sconcio ne' lembi della pietra , e le congiunzioni vuotate non si dovrebbero poi stuccare con nuova malta , finchè la volta non avesse fatto tutto il suo calo.

Il disarmamento effettivo delle piccole volte , e delle volte di leggiera struttura non presenta difficoltà e non esige particolari avvertenze. Le grandi e pesanti volte richiedono molta circospezione , quando vengono disarmate , affinchè quel calo , cui più o

meno vanno soggette al rimuoversi de' sostegni , acca-la senza che si turbi la regolarità della forma e della struttura. Il metodo riconosciuto il più opportuno è il seguente. Si comincia dal levare i dossali uno per parte dalle imposte , e tolto il primo si leva il secondo, poi il terzo, e così successivamente, ed ugualmente dall'una e dall'altra parte, progredendo verso la chiave. I primi dossali si estraggono facilmente, atteso che sopra di essi poco o nulla è l'azione della volta. Ma progredendo all'insù trovansi di mano in mano maggiore difficoltà per la gagliarda pressione de'cunei su l'armadura, ed i dossali non potrebbero levarsi, se non si distruggessero a poco a poco con lo scalpello que' cuscinetti di legno che servono , come si disse, a tenere i cunei sollevati su' dossali quanto si richiede , affinchè la posizione di quelli corrisponda perfettamente al sesto della volta. Ma ciò non basta, quando si giunge a prossimità della chiave, poichè ivi di mano in mano che si vengono tagliando i cuscinetti fra' dossali ed i cunei, questi assettandosi tendono ad appoggiarsi a quelli , e li premono a modo d' impedirne l'estrazione. Si evita cotesta difficoltà coll'inserire, presso i dossali prossimi alla chiave , fra le centine e la volta, degli sbadacchi appuntati nell'estremità inferiore, i quali sorreggendo i cunei impediscono che vadano ad aggravare i dossali quando sono rimossi i cuscinetti. Levati così senza difficoltà gli ultimi dossali , la volta non rimane appoggiata se non che ai detti sbadacchi. Allora non resta che di levar questi , e ciò si esegue consumandone ed indebolendone la punta a poco a poco con lo scalpello, così che restino schiacciati sotto la compressione della volta, e continuando ed affinarli , e farli schiacciare, finchè la volta perfettamente assettata cessi di premerli ; ed allora si scostano con somma facilità. Quindi si vede come le centine esonerate affatto dal carico della volta , si potranno agevolmente demolire. La buona riuscita di cotesta operazione esige lentezza e cautela, e convien sopra tutto guardarsi d'agitare l'armadura con violenti scosse, che potrebbero indur-

re qualche movimento troppo rapido, e contrario alla regolarità dell'assetamento della volta.

CAPO OTTAVO

MANIERA DI FARE LE VOLTE DELLE CAVE SENZA PIETRE E SENZA MALTA.

Si cavano i fondamenti fino al sodo d'una larghezza proporzionata alla massa dell'edifizio. La terra cavata si metta e si spiani bene ugualmente sopra la centina di legname, quale centina avrà quella curvatura di cui si desidera la volta.

Il materiale per questo genere di costruzione è un composto di calce e di ghiaia, da' Francesi chiamato *bleton*. Si fa collo scegliere buona calce in pietra, e ghiaia depurata d'ogni terra. Se la ghiaia non è pura, si esponga all'acqua corrente, e si smuova; la terra sarà trasportata via, e la ghiaia rimarrà purgata. In un gran bacino di sabbia si metta un terzo di calce in pietra cotta di fresco, e vi si versi dell'acqua sufficiente per fonderla: fusa che sia perfettamente, e mentre è ancor calda, vi si gettino due terzi di sabbia e ghiaia, e tutto si stempri subito.

Con questo materiale si possono costruire i muri della cava, riempiendone i fossi, se è possibile, tutti in un giorno. Mentre si getta, bisogna rimescolarlo con lunghe pertiche, affinchè se ne riuniscano tutte le parti e non resti alcun vano. Siffatti muri si coprono di terra, e si lasciano consolidare per un anno intero; al secondo anno si scoprono i muri, e si lavora alla volta, mettendo col cucchiaino il materiale strato a strato per la grossezza di un palmo, o di un palmo ed un quarto, e col necessario pendio. Non è inutile mettervi de' ciottoli, de' pezzetti di pietre, o di mattoni, specialmente nella chiave. Si ricopra con sei pollici di terra, e si lasci riposare per due anni. Quest'opera non ha fretta; se richiedesi più celerità, si facciano i muri di fabbrica: si

spende di più , ma si guadagna molto tempo. Quando tutta la massa avrà presa la conveniente consistenza , si disarmi la centina , e si porti via la terra , che ha servito pe' muri , e per le volte.

Se il suolo della cava , si lastrica col sudetto composto , tutta la cava manterrà l'acqua come un vaso di porcellana, nè l'acqua esterna vi penetrerà: e quanto più un tal composto invecchierà, diverrà più forte, e a tal segno, che niun ferro vi avrà presa.

Grande è l'utilità di questo *bleton*, non solo per le case adiacenti ai fiumi, alle latrine, ai pozzi, ma anche per le fondazioni delle case : basta dargli il tempo da seccarsi. Una tale maniera di fabbricare è importante dovunque sia scarsenza di pietra , e si voglia usare economia.

CAPO NONO

DELLE VOLTE IN PIANO E DE' SOFFITTI.

Le volte in piano ed i soffitti di un solo pezzo furono evidentemente presso tutt'i popoli i primi mezzi dell' arte di edificare nella costruzione in pietre da taglio. È noto che l'invenzione degli archi e delle volte di pietra rimonta soltanto ai primi secoli di Roma. Le volte piane benchè presentino sempre una superficie istessa, possono variar molto per la superficie della loro pianta ; possono essere regolari o irregolari, e talvolta anche rampanti, ma qualunque sia la loro forma, il modo di apparecchiare e di delineare le pietre che le compongono ha le stesse difficoltà di quelle de' muri e delle costruzioni ordinarie, perchè si possono rappresentare tutte le sue parti sopra la pianta, secondo la loro forma e grandezza senza accorciamento,

Per riguardo alle pietre bisogna tagliare le due facce parallele che debbono formare l'estradosso, e l'intradosso della volta, con uno de' suoi lati a squadro ; quindi si disegnerà secondo la

proiezione la loro maggiore larghezza e le linee indicanti ciò che se ne deve levare per formare i tagli, che rappresentano i peducci di ciascuna delle volte di cui si è parlato. Alcuni architetti hanno frenato le spinte irregolari delle chiavi con tiranti o perni di ferro in forma di Z, e di T. Tutti questi ferri formano una specie di armadura che contiene queste volte piane in modo, che non possono agire in nessuna maniera; giova però osservare, che un semplice tirante situato su l'estradasso di semplice piattabanda non basta sempre ad impedirla di agire, soprattutto, quando ha poca spessezza. In fatti il minimo stritolamento negli spigoli superiori della chiave e degli angoli inferiori de' peducci che uniscono i piedritti, produce la disunione ed anche la caduta di tale volta. Si dee anche concepire che la minima tensione delle catene, o de' tiranti può facilitare questo effetto, particolarmente quando non sono di un solo pezzo. In fine le volte piane non convengono pe' pezzi di una certa estensione. Si possono impiegare con successo per architravi o fasce, alle quali si può dare una spessezza eguale al quarto, o almeno al quinto della loro portata, possono anche essere impiegate per formare soffitti di poca estensione rinchiusi fra gli architravi.

Le volte piane sono quelle propriamente, che orizzontalmente sono appoggiate su tutti quattro i lati. Sono una continuazione delle piattebande, le quali non si appoggiano che sopra due lati opposti. Per costruire una piattabanda si suole descrivere su la sua lunghezza L F un triangolo equilatero L A F il cui punto A, figura 35.^a serve di centro per trovare il taglio de' cunei; onde i lati prolungati L D, F E del predetto triangolo mostrano i fianchi de' due ultimi cunei, che si appoggiano su' cuscinetti. Indi si divide la larghezza L F in tante parti uguali, quanti debbono essere i cunei, che vi si hanno da contenere. Dal punto A come centro, si tirano tante linee per ciascun punto di divisione, e queste linee andando ad incontrare la M I mostrano la figura e la grandezza de' cunei.

Le piattebande sono più deboli d'ogni altra specie di volte , perchè le pietre vi sono in una situazione più forzata che in qualunque altra. Se si avessero delle pietre tanto grandi , che una sola potesse coprire una camera intera , la volta piana sarebbe fatta con molta facilità: non si dovrebbe che tagliare la pietra a sgembo , o a scarpa ai suoi bordi , e spianarla su'muri , che le servirebbero di cuscinetti. Ma siccome non si hanno pietre di tanta grandezza , per fare tanti soffitti d' un sol pezzo , si è nell'obbligo di farli di più pietre , che riunite insieme facciano lo stesso effetto.

Il miglior partito , per ritenere questi cunei dallo scorrere lungo i loro letti , è il farvi delle piccole cavità emisferiche , per collocarvi una palla di piombo , o di buona pietra , d' un pollice di diametro , metà per ciascuna pietra , e metterne almeno due ad ogni lato.

Nel costruire queste volte non si facciano orizzontali , ma alquanto arcuate , perchè togliendosi l'armadura , che serve loro di sostegno , sempre si abbassano un poco verso il mezzo. Quanto debba essere questa inarcatura , affinchè il peso la renda piana ed orizzontale , è ben difficile a determinarsi ; dipende dalla lunghezza della tratta della piattanbanda , dal numero de'cunei , dalla qualità del materiale , dalla destrezza degli artefici nel tagliare le pietre , e dalla loro attenzione di ben collocarle , e di rincalzarle a dovere. Citeremo un esempio per regolamento dell'artefice. Nella chiesa degli exgesuiti di Nimes vi è una piattabanda della tratta di palmi 33 , la cui chiave è alta palmi 2 $1/2$ e grossa 1 $1/4$, nel costruirsi le fu data una curvatura di decimi 6 $3/4$ e dopo tolta l'armadura non si è assettata che circa un terzo di palmo , onde è ancora arcuata di circa un terzo di palmo.

Se al di sopra della piattabanda vi è nn muro , per impedire che essa non ne porti tutto il peso conviene farlo sopra un arco di scarico , il quale si appoggi su'piedritti.

L'uso delle piattebande è per supplire alla lunghezza delle pie-

tre, le quali tutte d'un pezzo, come praticavano gli antichi, si avrebbero da impiegare ai sopra-porti, o agli architravi. Si praticano dunque ne' portici e ovunque non si ha altezza sufficiente da girarvi le volte curve, delle quali bisognerebbe prendere la nascita troppo vicino alla terra. Lo stesso è delle volte piane: la sola differenza è, che in queste le pietre di mezzo sostengono un peso considerabilissimo.

Per diminuire la spinta e la tratta delle volte piane, si può fortificare la nascita con un poco di volta curva: ciò produce anche un bell'aspetto.

Osservazioni.

Le volte hanno più spinta quanto più il loro sesto è piccolo rispetto alla corda, onde le piatebande, o le volte piane danno, tra tutte le volte, la maggiore spinta. Le sceme ne danno meno delle piane, e tanto meno, quanto meno sono sceme. Le volte di tutto sesto ne danno meno delle sceme, e le rialzate, o di sesto acuto ne danno meno di quelle di tutto sesto, e tanto meno, quanto più sono rialzate o acute; finchè divenendo elle come muri verticali sopra i piedritti, cessano d'avere più spinta. Dunque la minore spinta è nelle volte più acute, la maggiore nelle piane.

È ottima cosa però che i materiali della volta sieno de' più leggieri, affinchè la sua spinta sia la minore che dar si possa. All'opposto pe' piedritti si richieggono i più duri materiali, acciò la loro resistenza sia maggiore il più che è possibile. Le volte non si debbono fare, nè lasciare allo scoperto, per timore che la pioggia e l'umidità non le carichi d'un peso, che si accresce alla spinta in danno della resistenza de' sostegni.

Nel costruire una volta si badi che riesca ugualmente centinata e ugualmente rivolta su la centina. Bisogna perciò impiegarvi ottima malta, e pietre ben tagliate. Se invece di pietre vi s'impiegano mattoni, sieno ben cotti, nè si dispongano uno so-

sopra l'altro, in guisa che una volta sia composta di più volte una sopra l'altra, avendo ciascuna un mattone di grossezza, senza fare insieme concatenazione e legame; come in tanti edifici si vede, dove staccando alcuni mattoni tutti gli altri successivamente si separano, ciò che rende difficile la riparazione, perchè non vi si trova morsa da legare la nuova muratura colla vecchia. Spesso è accaduto che la prima volta siasi gonfiata e staccata interamente dalla seconda, appena costruita l'opera. I mattoni adunque vanno disposti e collegati alternativamente per tutta la grossezza senza alcuna interruzione, così l'opera viene solida, e da resistere a qualunque potenza.

L'intonaco si deve applicare alle volte quando sono bene asciutte, ed assettate dopo cinque o sei mesi. Allora si raschiano con un ferro le giunture, si nettano bene, si spruzzano d'acqua, e dopo vi si dà l'intonaco stemperato di fresco, spianandolo ugualmente e battendolo, affinchè meglio s'insinuino nelle giunture. Finalmente si liscia, si umetta in più riprese, con la precauzione di coprirlo con pagliacci fino al giorno appresso, acciò i calori non facciano screpolare.

Si è osservato che le lesioni delle volte succedono sempre ai reni, perchè ivi la parte superiore esercita il maggiore sforzo della sua spinta. Per cui da' piedritti fino ai reni le volte vanno riempite di muratura, la quale rinfranchi, e apponga resistenza alla spinta. Perciò la volta estradossata piana ha meno spinta di quella estradossata curva. Per questo medesimo effetto le volte a tutto sesto, che sono poggiate sopra l'aggetto de' peducci, o delle mensole, o delle imposte debbono non solo avere i reni bene riempiti, ma debbono inoltre caricarsi su' loro piedritti d'una buona muratura, la quale mantenga solidamente la coda delle pietre componenti le mensole, per avere così un contrappeso che faccia equilibrio e resistenza alla spinta della volta.

La grossezza da darsi alla chiave d'una volta vien regolata da vari usi, cui le volte sono destinate. 1.º Alle volte impiega-

te per sostenere grandi pesi ugualmente distribuiti pel loro dorso, come sono gli archi de' ponti, sopra i quali passano gravi vetture, si suole ordinariamente far la chiave grossa $\frac{1}{12}$ del diametro dell'arco. 2.° In quelle che sostengono poco peso come sono le volte delle abitazioni, sopra le quali non si appoggiano che alcuni pezzi di legname per solai o per soffitti basta $\frac{1}{24}$, che vale lo stesso, che il dare alla grossezza della chiave una mezz'oncia per ogni palmo di diametro della volta. 3.° Finalmente per quelle che non hanno da sostenere nulla, come sono quasi tutte le volte delle chiese, la cui copertura di legno posa sopra i muri ogni piccola grossezza di chiave basta. Sussistono ancora delle volte gotiche di 50 in 60 palmi di corda, le quali non hanno la chiave grossa che 6 in 7 decimi di palmo.

Il più essenziale requisito del meccanismo delle volte è, che i cunei componenti la curva non facciano sforzi gli uni più che gli altri, onde possano sostenersi da per loro stessi, per mezzo del loro proprio peso, senza il soccorso di alcuna materia straniera. Si è detto che tutt'i cunei d'una volta, essendo uguali hanno più spinta, a misura che sono più vicini alla chiave, e che questa spinta va sempre più diminuendo, a misura che i piani, su' quali agiscono i cunei sono meno inclinati all'orizzonte così che contando dalla chiave fino a' piedritti, ciascun cuneo impegna sempre meno della totalità del suo proprio peso; il primo per esempio ne impiegherà la metà, il 2.° un terzo, il 3.° un quarto ec. Onde i cunei superiori scasserebbero quelli che sono loro immediatamente al di sotto, se questi non fossero ritenuti dal cemento. Sarebbe dunque un gran vantaggio per la solidità degli edifici, che i cunei della volta non facessero più sforzo gli uni degli altri, e si reggessero da per loro stessi senza malta o altro cemento.

Per ottenere che tutt'i cunei facciano eguale sforzo, bisognerebbe che ciascun cuneo crescesse di peso, a misura che si allontana dalla chiave, cioè che il 2.° fosse più pesante del 1.° il 3.° più

del 2.^o e così fino all'ultimo, che dovrebbe essere il più pesante. Ma siccome il peso de'cunei è in ragione della loro lunghezza, tanto è il ricercare la proporzione che i cunei debbono avere in lunghezza, che nel peso.

Le volte di tutto sesto, in cui i cunei per essere tra loro in equilibrio debbono avere disugual lunghezza in progressione sempre crescente, a misura che si allontanano dalla chiave, conven-gono dovunque la loro parte superiore esterna non debba esser curva, come ne' ponti, nelle porte, negli archi trionfali, nell'in-terno degli edifizî. Ma spesso richiedesi l'inversa, cioè che i cu-nei della volta sieno tutti di ugual lunghezza: e questo è quan-do l'esterior della volta deve restare tutto curvo, come nelle cu-pole. In tal caso quale curva conviene ad una volta, affinchè tut-t'i suoi cunei di egual peso, o di egual lunghezza sieno tra loro in equilibrio?

Una tal curva è la catenaria, che è quasi la stessa che fa una vela gonfiata dal vento, e che poco differisce dalla parabola, ve-di pagina 54.

Al pari della catenaria la cicloide e la cassinoide sono curve adattate per quelle volte, che si vogliono costruire da per tutto di ugual grossezza, vale a dire di pietre ugualmente lunghe. La cassinoide rassomiglia molto all'ellisse, ma più aperta tra'suoi assi. La cicloide si può impiegare nelle volte sceme e rialzate.

Quando si è compreso bene il metodo di queste specie princi-pali di volte, facilmente si eseguiscano tutte le altre, cioè le ci-lindriche, le spirali, le sferiche, le miste e le irregolari.

CAPO DECIMO

DELLA SPINTA DELLE VOLTE.

Sia una volta semicircolare $Y A Z$, figura 36, sostenuta da due piedritti e composta di pietre tutte eguali in lunghezza ed in larghezza. Queste pietre sono tagliate e disposte in maniera, che i loro lati prolungandosi s'incontrino tutti nel centro della volta. Esse sono in forma di cunei, ciascuno de' quali, contando da quello di mezzo, che dicesi chiave della volta, va sempre più inclinandosi verso l'orizzonte. In ciascuna delle cennate pietre, si hanno da considerare tre potenze raccolte intorno a' loro centri di gravità A, D, F , ec. Una di queste potenze è il peso, per cui ciascuna pietra tende a cadere giù per una linea verticale $A I, B K, F L$, ed a scappare da quelle due pietre, che dall'una e dall'altra parte la fiancheggiano, le altre due potenze provengono dalla pressione che ciascuna pietra soffre dalle due pietre collaterali, che si sforzano a sostenerla. Queste due potenze si esercitano per direzioni perpendicolari al centro di gravità di ciascun cuneo ai suoi fianchi inclinati, come $A P, A U$ perpendicolari a $B I, C I$.

La chiave A , che è nel mezzo, tende a cadere per la sua verticale $A I$, ma non può esercitare questa sua tendenza senza spingere da una parte e dall'altra le pietre adiacenti D ed O , dalle quali essa chiave è sostenuta. Le pietre adiacenti avranno bisogno di maggiore sforzo per reggere la chiave quanto più ottusi saranno gli angoli $P A I, U A I$, ovvero ciò che torna lo stesso, quanto meno i lati $B I, C I$ saranno inclinati verso la verticale $A I$. In fatti se questa inclinazione fosse infinitamente piccola, vale a dire quasi perpendicolare all'orizzonte, le direzioni delle potenze si troverebbero direttamente opposte, e dovrebbero esercitare la massima forza per sostenere il peso A . Al contra-

rio quanto più i predetti angoli saranno acuti, tanto meno forza vi abbisognerà, non essendo in tal caso si contrarie ed opposte le direzioni fra loro. Ciò che si è detto riguardo alla chiave, può applicarsi agli altri pezzi D, O considerandoli come altri cunei tendenti ad allontanare i circonvicini, su quali si appoggiano.

È da avvertire che il cuneo D non esercita tanta forza sopra il fianco E quanto n'esercita la chiave A sul fianco B, perchè essendo il piano E I più inclinato che il piano B I rispetto alla verticale A I, l'angolo Q D K formato dalla verticale D K e dalla D Q è più acuto dell'angolo P A I. Dunque diminuendosi sempre più essi angoli dalla chiave fino al piedritto, i cunei componenti si appoggiano l'uno sopra l'altro con forza, la quale va anche sempre più diminuendo dalla chiave fino al piedritto di essa volta.

È da osservarsi di più che il cuneo D nell'agire che fa sopra i due fianchi E B non può appoggiarsi sul fianco B senza opporsi in parte allo sforzo che esercita la chiave contro questo medesimo fianco; onde dee accadere una distruzione di forze tra la chiave ed il cuneo D. Lo stesso dicasi degli altri cunei presi a due a due. Ma appoggiandosi la chiave con più forza sul fianco B, di quella che n'esercita il cuneo D, la distruzione delle forze non sarà totale, ma ne resterà sempre alla chiave una quantità, benchè minore di quella che avrebbe avuta, se il cuneo D non si appoggiasse sul fianco B, lo stesso dee intendersi del cuneo D paragonato col cuneo F e così in seguito. Dunque un cuneo che sta al di sopra dell'altro, ha più forza per ispingere l'inferiore, che questo non ne ha per respingerlo, e per reagire. Risulta dunque dalla predetta azione e reazione una forza, che dalla chiave si comunica fino all'ultima pietra che è sostenuta dal piedritto. Il risultato degli sforzi, che tutte le pietre componenti una volta impiegano da una parte e dall'altra, per vincere gli ostacoli che loro si oppongono si chiama spinta. Tutte le sudette pietre, contando dalla chiave, impiegano sempre una minor parte del loro peso, a misura che si allontanano dalla chiave della volta fino

all'ultima, la quale, posta sopra un piano orizzontale, non impiega niente del suo peso, cioè non fa più sforzo per cadere, perchè viene interamente sostenuta dal piedritto.

Si deve assegnare un punto su la base di ciascun piedritto, in cui termina la spinta, che fanno le parti componenti la volta tanto a destra che a sinistra. Questi due punti corrispondono agli angoli S, X che si possono riguardare come punti di appoggio appartenenti ad una leva, la quale benchè non sensibile, pure effettivamente esiste. In fatti se lo sforzo d'una volta non fosse ripartito per tutta la lunghezza de'quadranti A Y, A Z del semicerchio, ma si trovasse tutta riunita ne' due punti Y, Z si avrebbe da una parte e dall'altra una leva ricurva Y S H, Z X M in cui le potenze sarebbero applicate alle estremità Y, Z ed i pei equivalenti alla resistenza di ciascun piedritto alle estremità H, M de' bracci S H, X M.

Ma siccome vi sono tante potenze, quanti sono i cunei componenti la volta, siegue che ciascuna potenza avrà la sua leva particolare, la quale si potrà esprimere per una linea presa in sua vece. Ora questa linea non può essere altro che la perpendicolare S P, lo stesso dicasi delle S Q, S R ec. tirate dal punto di appoggio S sopra le direzioni delle potenze, che sostengono i diversi cunei. Ed ecco a che si riduce tutto il meccanismo delle volte. Per assegnare al piedritto una grossezza proporzionata alla spinta totale della volta, convien trovare la spinta particolare di ciascun cuneo rispetto al suo peso assoluto, e le perpendicolari S P, S Q, S R ec. ec. Dal fin qui detto si possono tirare le seguenti conseguenze.

1.° In una volta, in cui i pezzi componenti siano senza cemento, come si è qui supposto, si ha maggiore spinta, quanto più la testa de' medesimi pezzi è piccola; perchè in tal caso i fianchi de' cunei formano un angolo più acuto, e le perpendicolari S P, S Q ec. divengono più lunghe; onde la volta acquista maggiore spinta.

2.° Quanto più la volta sarà grossa , tanto maggiore sarà la sua spinta; perchè divenendo i cunei più lunghi , e perciò più pesanti , acquisteranno anche maggior forza per rovesciare gli ostacoli.

3.° A misura che i piedritti crescono in altezza, debbono crescere anche in grossezza; perchè quanto più alti sono, più lunghe divengono le perpendicolari S P, S Q ec. che sono i bracci di leva corrispondenti alle potenze , o sia alle spinte di ciascun cuneo; e perciò la volta avrà maggior forza per rovesciare i piedritti.

4.° La figura o sia il sesto della volta , contribuisce anche moltissimo alla maggiore o minore spinta di essa volta. Per assegnare dunque ai piedritti una grossezza sufficiente da sostenere la spinta della volta , conviene aver riguardo a quattro cose; 1.° alla grossezza della volta; 2.° al suo peso; 3.° alla sua figura; 4.° all'altezza de'suoi piedritti.

Per conoscere la grossezza da assegnare ai piedritti di una volta, di qualunque figura, bisogna avere in mira quattro cose essenziali; 1.° la larghezza e l'altezza della volta in opera; 2.° la grossezza della volta ne' reni , 3.° la sua figura esteriore , o sia il suo estradosso, 4.° l'altezza de'suoi piedritti.

Suppongasi in questa volta circolare uniforme che l'altezza B S, figura 37, de' piedritti sia palmi 15, il raggio A B palmi 12 e la grossezza della volta palmi 3, sarà il raggio A E palmi 15. Ciò posto per ritrovare la grossezza P S del piedritto , bisogna proporsi le quattro seguenti operazioni.

1.° Cercare la superficie de' due circoli , che hanno per raggio A B, A E, cioè palmi 12 e palmi 15 e prendere il quarto della loro differenza. Si avranno palmi 64 quadrati , che bisogna dividere per 15, altezza del piedritto, ed il quoziente pal. 4 $\frac{1}{4}$ circa sarà il primo termine.

2.° Si aggiunga al raggio A C la metà della grossezza della volta , e si avrà la linea L A uguale a palmi 13 $\frac{1}{2}$ si quadri

*

questa, e della sua metà palmi $91 \frac{1}{8}$ si estrarra la radice quadrata, la quale è ad un di presso palmi $9 \frac{1}{2}$ si aggiunga questa all'altezza del piedritto, e si avranno palmi $24 \frac{1}{2}$ per secondo termine.

3.° Si aggiunga il 1.° al 2.° termine cioè palmi $4 \frac{1}{4}$ a palmi $24 \frac{1}{2}$ la somma palmi $28 \frac{3}{4}$ si moltiplichi pel primo termine palmi $4 \frac{1}{4}$ ed il prodotto 122 circa sarà il terzo termine.

4.° Si estrarra dal terzo termine 122 la radice quadrata, la quale presso a poco sarà palmi 11 e se ne sottragga il 1.° termine palmi $4 \frac{1}{4}$ la differenza palmi $6 \frac{3}{4}$ sarà la grossezza che converrà dare ai piedritti.

Questo calcolo non ha tutta la precisione geometrica, essendosi trascurata qualche frazione, onde non confondere l'ar'elice.

CAPO UNDECIMO

DELLE STRADE.

Devendo dire qualche cosa su le strade, non tratteremo che della materiale struttura di esse, giacchè per quello che riguarda andamento topografico di una strada, del suo pendio, della sua larghezza, delle sue svolte ec. ec. queste sono cose tutt'e appartenenti all'ingegnere, al muratore non mai, bastando a quest'ultimo il conoscere la sola materiale struttura delle medesime; e nella quale si debbono distinguere tre specie di strade. 1.° Strade a terreno, che sono formate per la semplice riduzione del fondo naturale, a seconda del profilo trasversale, senza alcuna aggiunta di materia estranea. 2.° Strade inghiaiate, che sono ricoperte con uno strato di ghiaia, o di minuti sassi, o anche di qualche materia vulcanica. 3.° Strade selciate che hanno alla superficie un pavimento di pietre, giacenti semplicemente sopra un letto d'arena, o sopra uno strato di malta. Le strade entro le città sono ordinariamente selciate per tutta la loro lar-

ghezza. Le strade poi fuori dell'abitato hanno i margini a terreno, e la carreggiata inghiaia o selciata.

Consiste l'inghiaia in uno strato di buon materiale collocato entro una fossa, o cassa formata a bella posta, nella sommità della strada, la superficie del quale è configurato a seconda della copertura del profilo trasversale. D'ordinario l'inghiaia si mette solo su la carreggiata, e la sua altezza è di circa un palmo.

Le migliori inghiaie sono quelle composte di ghiaia fluviale, o fossile, ovvero di brecciale naturale, o artificiale. L'inghiaia è per lo più divisa in due o tre strati di ghiaia, o di brecciale gradatamente più minuto. Lo strato infimo, è formato di grossi pezzi accomodati diligentemente a mano, in modo che si costipino e si assettino; badando che ciascun pezzo sia posto a giacere nel fondo della strada con la sua faccia più ampia. Questo strato costituisce il fondamento dell'inghiaia, e comunemente dicesi la *massiciata*. Lo strato superiore, che può dirsi la *coperta*, e che ordinariamente piglia tutta la residuale altezza dell'inghiaia, è composto di ciottoli o pietruzze non più grossi di una noce. È interessante che le pietre formanti l'ultimo strato sieno della cennata picciolezza, e che si tolgano o s'infrangano i pezzi di maggior volume, i quali si uniscono male nell'ammasso, e vengono facilmente smossi dalle ruote delle vetture. D'altronde formando le coperture di troppo minuto brecciale andrebbero incontro ad un altro inconveniente, ed è che le ruote facilmente v'imprimerebbero de' solchi i quali, alterando la superficie della strada, la renderebbero incomoda e soggetta al ristagno delle acque.

Le strade selciate sono composte o di ciottoli naturali, o di pietre ridotte a figure e dimensioni uniformi; si costruiscono o a secco, cioè semplicemente posate sopra un letto d'arena, o murate con malta di calcina e d'arena. La buona riuscita delle selciate dipende da quattro cose principali; cioè, dalla qualità

della pietra, dalla figura, dalla grandezza de' pezzi, e dalla costruzione.

Le pietre adattate alla formazione delle selciate sono quelle non soggette ad alterarsi per le intemperie e per le gelate, che sono dure ed omogenee da poter resistere alla pressione delle ruote delle vetture, ed ai colpi de' piedi ferrati degli animali; purchè però non sieno di durezza eccessiva e di grana troppo fina ad un tempo, per cui abbiano ad offrire ai piedi degli animali una superficie soverchiamente levigata su la quale sieno in pericolo di sdrucciolare. Alcune specie di lava sono bene adattate, e fra queste la basaltina di Roma, e quella del Vesuvio in Napoli, di cui si fa grandissimo uso, e che è d'una eccellenza straordinaria, atteso le tante sue ottime qualità: queste pietre presso noi si chiamano basoli.

Le strade lastricate di basoli obliamate anche basolati, per essere ottime richieggono le seguenti condizioni; cioè l'ottima qualità della pietra, e che non sia di cima alla cava, o che abbia le così dettate *molle*, *caranfole*, o *ponicelle*. La faccia superiore di ogni basolo sarà ridotta perfettamente a trapezio, accuratamente lavorata di *puntillo* minuto, senza alcuna *spadelatura* e tutta ugualmente *riccia*. Dovrà essere squadrata a rigore, e così lavorata a squadra avrà di estensione non meno di palmi tre superficiali, nè più di sei. Ciascun basolo avrà gli assetti di eguale altezza in tutti i lati, mai minore di un mezzo palmo, spianati di scalpello, ed a rigoroso squadra con la faccia superiore. Ogni basolo poi non dovrà essere in alcuna parte sfettato nè incavato al di sotto.

Il basolo dovrà essere piantato sopra un suolo di terreno preparato a bella posta, che dicesi forma o pianta. L'apparecchio consiste nel ragguagliare, configurare e consolidare la forma medesima, in modo da ottenere il profilo richiesto. I basoli in opera saranno tutti disposti a *spin i pesce*, e con ordine *concatenato*: la distanza di una commessura traversa da altra prossima e

parallela non sarà mai minore di mezzo palmo. Ogni basolo sarà messo sopra un letto di ottima malta, la quale dovrà salire e riempire perfettamente gl'interstizi delle commessure. In fine fa d'uopo che i basoli nel porsi in opera siano formati con l'aiuto del terreno, e con l'uso di tre zeppe di pietra per ciascun basolo.

I profili ordinari di una strada basolata sono o il concavo, o il convesso. In un profilo concavo, la spina concava è allogata lungo il mezzo della strada. Un profilo convesso poi ha la parte convessa anche lungo il mezzo della strada, e suol'essere accompagnato da due gavete laterali, ciascuna delle quali tiene consequentemente la spina concava. Spesso ciascuno de' medesimi profili è interrotto da gavete trasversali; ed una simile gaveta suole servire di passaggio da un profilo all'altro. Nel profilo concavo è importante che la spiga del mezzo sia costrutta in uno dei seguenti modi. 1.° O la spiga sarà spianata da un piccolo pianerotto, così che i due opposti piani inclinati della strada vengano ad unirsi con le due estremità corrispondenti di esso pianerotto, e non già fra loro nella precisa linea della spiga. Un tale pianerotto avrà di larghezza ragguagliata palmi quattro. 2.° O la spiga farà un angolo insensibile e quasi una curvatura, ed i basoli, lungo la precisa linea della spiga medesima, saranno addentellati, sporgendo quasi ugualmente *co' cardamoni*, cioè nè più, nè meno di cinque in sei decimi, ora a dritta, ora a sinistra di essa linea.

Nel profilo convesso le due spighe delle gavete laterali saranno parimenti costrutte secondo l'uno o l'altro de' descritti modi; ed eziandio l'uno o l'altro si osserverà a rigore nella costruzione delle spighe delle anzidette gavete trasversali.

Per un basolato di una sorta, che dovrà congiungersi lateralmente con un basolato di altra sorta, non si farà mai cadere l'unione nella precisa linea di mezzo d'una spiga qualunque; ma il basolato della qualità più valida dovrà essere continuato oltre

si fatta linea per circa altri due palmi almeno. E si osserverà , che l'intera spiga medesima , sino ai detti due palmi in là della sua linea, sia costrutta in una sola volta, cioè di seguito alla costruzione del corrispondente basolato della qualità più solida.

CAPO DODICESIMO.

DELLE PUNTELLATURE , DELLE CATENE, DE' TIRANTI E DELLE FASCE.

Non poca esperienza è necessaria per puntellare convenientemente un edificio , perchè quando la puntellatura non è fatta a proposito , ed in modo conveniente contribuisce più alla ruina che al sostegno di esso. Sovente accade che puntellando una parte se ne stacca un'altra, o inutilmente si getta il peso di un punto su d'un altro più debole. Baderai a non sforzare i puntelli soverchiamente, e combinerai le puntellature in modo, che sostengano le parti in cattivo stato senza alterare la solidità delle buone.

Baderai bene a non battere i puntelli ; per farli agire si adopera in vece un palo di ferro, che opera con più vigore senza produrre scosse; e per non fare smuovere i puntelli, vi sottoporrai de' cunei fissati con chiodi.

Volendo ricostruire una parte marcita di un muro, bisogna puntellare i vani di porte o di finestre, che sono al di sopra di esso, per poi demolire a piccole riprese la parte marcita, indi ricostruirla, e baderai bene a non incassarla a *vivo* sotto alla porzione buona, subito dopo rifatta la porzione nuova, ma al contrario, la lascerai quanto più sarà possibile, acciò la nuova muratura abbia il tempo di rassettarsi, indi l'incasserai sotto la vecchia fabbrica, con pezzi di pietra viva, piatti quanto più è possibile, a modo di mattoni.

Delle catene, de' tiranti e delle fasce.

Non è sufficiente il costruire le mura d'un edificio della convenevole grossezza ; ma dacchè essi debbono essere caricati del peso de'solai, e de'tetti che naturalmente tendono a spingerli in fuori, effetto che viene anche aumentato dallo scuotimento continuo prodotto dal ruotare delle vetture nelle grandi città, ond'è che di piano in piano si prendano certe precauzioni nella costruzione dei muri per prevenire ogni allontanamento, mettendo nel centro dei muri o nella loro spessezza, delle catene di ferro piatto, o quadrato, o circolare ben saldate alla loro estremità con ancore; l'effetto di queste catene è quello di legare insieme i muri in modo, da non poter agire l'uno senza l'altro, ed a prestarsi un reciproco soccorso; è da avvertire però, che bisogna metterle ne' muri allorchè sono in costruzione, essendo inutile il metterle dopo costrutti, o anche nocive.

Oltre le catene che si collocano nella spessezza de' muri si attacca pure alla estremità di ciascuna trave al di sopra o al di sotto, una fascia di ferro a gomito, di circa palmi 5 di lunghezza, sopra decimi 2 di larghezza, ed un mezzo decimo di spessezza, alla cui estremità vi è un occhio, ove si passa un' ancora, che si incassa al di fuori del muro, che sostiene la sua lunghezza. Se per caso gli estremi delle due travi s'incontrano l'una con l'altra nel mezzo d'un muro, lo che può succedere quando gli appartamenti sono doppi, o pure su d'un muro divisorio, allora si legheranno insieme con una fascia di ferro, solidamente, inchiodata, o ritenuta con ramponi a ciascuna estremità.

Tre maniere vi sono per formare le unioni delle catene ; cioè con cerniere, con talloni e con occhi. Per la congiunzione a cerniera veggasi la figura 38.^a Si osserva che le tre grossezze di ferro riunite sono forate da un buco, nel quale si fa entrare

una cavicchia a vite , o pure a chiavetta , e qualche volta a cunei doppi. I cunei doppi sono , da preferirsi quando trattasi di far tirare le verghe che formano la catena ; questa operazione chiamasi far legare la catena.

Le catene ed i tiranti in ferro piuttosto mancano d'ordinario al punto della piegatura , che si pratica alla loro estremità. Si eviterà questo inconveniente posando le verghe in cotto ne' muri , oppure lungo una delle facce verticali delle travi.

Nella seconda unione , rappresentata dalle figure 39.^a e 40.^a le estremità che devono unirsi sono terminate da talloni voltati in senso contrario. Si fa legare la catena , introducendo cunei di ferro fra i due talloni , mantenendosi unite le estremità delle verghe col mezzo di due briglie situate al punto de' talloni. Questa maniera di riunire le verghe è la più solida , perciò si preferisce per le grandi catene , che debbono sostenere potenti sforzi.

CAPO TREDICESIMO

DE' COPERTI DELLE FABBRICHE.

LEZIONE PRIMA

Delle coperture di tegole.

Quando le coperture di tegole sono poste sopra un letto di malta sono quasi indistruttibili , atteso che in Italia vi sono delle coperture di questo materiale , che resistono da molti secoli. Se il tetto è in legname , fa d' uopo primieramente che sia coperto di tavole inchiodate sopra i travicelli ; e se è di fabbrica è necessario che presenti una superficie appianata , secondo una inclinazione uniforme , come quella in tavole del tetto in legname : su la superficie del tetto così preparata , s' incomincia dal disporre in linee rette , secondo la direzione della inclina-

zione , due filari di tegole colla superficie concava al di sopra. Queste tegole , che sono più strette da una estremità che dall'altra , devono ricoprirsi circa due decimi di palmo , e formare due specie di canaletti continui. Siccome queste sono situate sopra il dosso , che è tondo , per fissarle si accostano a destra ed a sinistra con piccole pietre o rottami di tegole , e per impedire che le prime tegole al basso striscino si posano in malta. Questi filari devono essere distanti l'uno dall'altro circa due decimi, dalla parte ove le tegole sono più larghe. Questo intervallo è coperto da altre tegole, colla parte rotonda al di sopra , che si sovrappongono le une alle altre, e formano cordoni sporgenti, che gettano l'acqua in quelle che formano i canali. Quando il tetto è a due falde, l'angolo che esse formano si ricopre con tegole più grandi, della stessa forma , e che si posano in malta a sovrapposizione le une colle altre. Si formano anche i compluvî con queste tegole medesime posate pure in malta , ed a sovrapposizione.

Si fanno anche le coperture in tegole piate, quale copertura meglio conviene ai tetti che hanno molta inclinazione , che a quelli che ne hanno poca. Le coperture di tegole incavate sono preferibili per queste ultime, perciocchè l'acqua che si raccoglie ne' filari di tegole , che formano canali , ha più facilità e forza per colare, che l'acqua sparsa sopra le coperture piate, che non hanno molta inclinazione, e che i venti ne' grandi uragani, fanno risalire fra le sovrapposizioni.

Si fanno anche delle coperture in tegole dipinte e verniciate gialle e verdi , che si dispongono per compartimenti in forma di mosaico , che producono molto buon effetto. L' inclinazione da darsi a questi tetti è molto più di quella degli altri. La forma delle tegole piate è ordinariamente rettangolare, più lunga che larga; esse portano da dietro una specie di beccatello della stessa materia , che serve ad attaccarle, e qualche volta de' fori per fissarle più solidamente con chiodi. Bisogna che le tegole

siano un poco curvate sopra la loro altezza, perchè si congiungano meglio inferiormente. La parte apparente scoperta debb'essere in generale il terzo dell'altezza della tegola.

Le tegole onde abbiano le migliori possibili proporzioni, bisogna che la loro larghezza sia i due terzi della lunghezza, e la spessezza la ventesima parte.

Per fare una copertura in tegole piate non occorre che i travicelli sieno ricoperti di tavole, basta che questi pezzi sieno ben fermati ed appianati al di sopra.

In un tetto la copertura dell'ordine inferiore che forma grondaia: può essere fatta, la grondaia, in tre modi diversi; cioè a grondaia semplice, a grondaia rimboccata, ed a grondaia pendente.

Quando al di sotto di un tetto si trova la cornice con un canale destinato a ricevere le acque della copertura, questo è il caso d'una grondaia semplice, cioè che basta far sovrapporre l'estremità del canale pel primo ordine delle tegole.

Se trovasi una cornice senza canale, si forma una grondaia rimboccata, perciò s'incomincia a posare un primo ordine di tegole in malta sopra l'estremità della cornice, che sopravanza al di là della cimasa circa $\frac{4}{10}$ di palmo, il primo ordine dee avere un poco d'inclinazione in fuori; si raddoppia il primo ordine col secondo collegato col primo, il quale non avanza più del primo. Quando non si mettono che due ordini di tegole per formare la grondaia rimboccata, dicesi che essa è semplice; quelle che si chiamano doppie sono formate di cinque ordini di tegole, ma queste ultimo rare volte sono necessarie.

La grondaia pendente ha luogo soltanto quando non vi ha cornice per sostenere il di sotto della copertura. Per formare questa specie di grondaia, si comincia dall'inchiodare su le estremità de' travicelli che debbono sporgere circa due palmi al di là della parete esterna del muro di facciata, un ordine di tavole chiamate *pezzi di grande*, tagliate a coltello, cioè più grosse

da una parte che dall'altra, affine di procurare al primo ordine di tegole il rilievo necessario per formare la grondaia. Su questi *pezzi di grande* si posa un terzo ordine di tegole, come si è spiegato poc'anzi. Formata come debbasi la grondaia, si attacca sopra il primo ordine di panconcetti, su le tegole formanti lo scolo, un filaro di altre tegole che rimangono scoperte su le prime, siccome esse prendono un'altra inclinazione, si è proposto di raddoppiare il di sotto di questo primo ordine con mezzegole, posate in malta. Sopra questo primo ordine si attacca un secondo, di modo che le commessure verticali corrispondano al mezzo della lunghezza delle tegole del primo ordine. Siccome gli ordini de' panconcetti non sono distanti che un terzo della lunghezza delle tegole, ne risulta che la parte apparente del primo ordine, come degli altri, non è che il terzo della lunghezza della tegola.

Le piegature che formano le superficie de' tetti secondo la direzione de' muri, si chiamano displuvi, in direzione degli angoli sporgenti, e compluvi nella direzione degli angoli rientranti. Le falde delle coperture si trovano interrotte dagli abbaini, o lucernai di varie forme, e questi esigono coperture differenti; gli uni sono ad una sola falda e gli altri a molte. Tutte queste coperture si eseguono come le precedenti, osservando di fare i comignoli, i compluvi, ed i displuvi come dicemmo per le grandi coperture.

LEZIONE SECONDA

Delle coperture in rame, in piombo ed in zinco.

Il rame è il metallo che più resiste alle ingiurie dell'atmosfera, onde è quello che meglio conviene per coprire gli edifici. Il modo comune d'impiegare i fogli di rame per la copertura è quello di congiungerli con doppie piegature che si sovrappongono

da tutte le parti , e di fermare ciascun foglio con viti nascoste sotto le piegature ; ma siccome questa materia si dilata facilmente ne' grandi calori , i fogli gonfiandosi strappano le viti, quando non si ha la precauzione di adattare in modo, che l'effetto della dilatazione non vi possa contrastare. Perciò è necessario che ciascun foglio non sia fermato da viti che da una parte, e che dall'altra le piegature permettano al rame di stendersi a seconda della temperatura dell'aria. Queste coperture si formano con fasce disposte secondo la inclinazione , su le quali le piegature sono alternativamente al di sopra , e al di sotto per le commessure verticali, e con una sovrapposizione semplice per le orizzontali , formanti legami fra loro.

Le coperture di piombo non si usano che per qualche grande edificio, o pure per le cupole. Una copertura di tetto, di questo materiale, fatta bene è estremamente solida e durevole , ma pesantissima ed assai costosa: oltre che in caso d'incendio non vi si può avvicinare per la fusione del piombo, onde recare pronto soccorso. Quando è posto su le volte non è così pericoloso, il modo di costruirle è il seguente.

Allorchè le piane del tetto che si vuol coprire di lamine di piombo sono fermate e bene appianate pel di sopra, si posano le assicelle che hanno d'ordinario 5 in 7 decimi , ad ordini orizzontali distanti circa 3 decimi. Fatta questa operazione i lavoratori in piombo, che ordinariamente eseguono queste coperture, cominciano col posare il canale, che deve cingere la parte inferiore del tetto; e ben depressa la schiena di questo sul primo ordine di assicelle, vi si posa sopra una fila di arpioni di ferro superiormente schiacciati , con fori per poterli inchiodare. Questi arpioni debbono essere posati in modo che la lamina di piombo, che essi sostengono, possa ricoprire la schiena del canale di piombo, e la sovrapposizione debb'essere più grande a misura che il tetto ha minore inclinazione , e può variare da decimi 3 fino a 7. Ciò fatto, l'operaio posa il primo ordine di lamine in modo ,

che la parte inferiore entri negli arpioni, quindi la stende e l'appiana, con un pestone di legno, e la ferma al di sopra su ciascuna piana con forti chiodi, lunghi abbastanza da poter attraversare il piombo, le assicelle, ed una parte delle piane. Questi chiodi debbono essere lunghi circa $\frac{3}{10}$ di palmo.

Le lamine di piombo adoperate per le coperture hanno comunemente palmi $3 \frac{1}{2}$ di larghezza sopra 15 in 18 palmi di lunghezza e si posano in modo che la larghezza secondi l'inclinazione del tetto.

Nello stesso modo si eseguono le coperture delle cupole: quando non hanno coste sporgenti si stende il piombo col pestone e si perviene a fargli prendere la curvatura della cupola. Come pei tetti fa d'uopo evitare le saldature per le commessure verticali, e farvi invece gonfiature formanti cordoni che alla sommità della cupola si dirigonò. Siccome gl'intervalli fra cordoni diminuiscono di larghezza, è utile per avere meno ordini di lamine ed economizzare le sovrapposizioni, posare gli ultimi ordini in modo che la lunghezza delle lamine ne faccia l'altezza. Quando poi la curva esterna di una cupola è divisa da coste sporgenti, bisogna, per quanto è possibile, che la larghezza degli intervalli come quella delle coste possa essere formata da una lamina sola in modo, che non vi siano commessure verticali che negli angoli rientranti delle coste. Per formare queste commessure si ripiegano i margini delle lamine che debbono riunirsi in senso contrario, e sotto le piegature si fermano con chiodi.

Per riguardo alle coperture di zinco, la sua tenacità e la sua durata stanno presso a poco fra il piombo ed il rame. Le lamine di zinco s'impiegano nello stesso modo che quelle di rame, e di piombo; per cui tutto che abbiamo detto su questo argomento può ugualmenie convenire per le coperture di zinco.

CAPO DECIMOQUARTO

DEGLI ORDINI.

Un ordine dicesi che è intero quando è composto delle sue tre parti principali cioè, del piedestallo, della colonna e del cornicione. Il piedestallo si divide in tre parti, la base, il dado e la cornice: la colonna si divide anche in tre parti, cioè la base, il fusto ed il capitello: il cornicione si divide parimenti in tre parti, cioè l'architrave, il fregio e la cornice. Queste suddivisioni sono divise da parti differenti in figura, in oggetto ed in grandezza, che si chiamano modanature, le quali qualche volta sono anche decorate d'ornamenti.

Gli ordini sono cinque, cioè il toscano, il dorico, il ionico, il corinto ed il composito. Si distingue il toscano dalla semplicità de' suoi membri; il dorico si distingue da' triglifi che adornano il fregio del suo cornicione, e che sono la prima caratteristica di quest'ordine; il ionico dalle volute del capitello; il corinto dalle foglie del capitello; il composito finalmente si conosce dalle foglie del capitello corinto unite alle volute del capitello ionico.

Nell'impiego degli ordini bisogna aver riguardo al carattere dell'edificio cui vanno adoperati, e non metter mai l'ordine corinto ad un edificio di carattere semplice, nè il toscano ad un edificio elegante e svelto. Baderai nella sovrapposizione degli ordini che l'ordine più semplice dee essere situato sempre sotto l'ordine più ricco, e bisogna scrupolosamente evitare di mettere il ionico, per esempio, sopra il corinto, il dorico sotto del toscano ec. ec. perchè queste sarebbero mostruosità imperdonabili a chiunque.

Data l'altezza nella quale si vuol fare un ordine, per assegnarvi tutte le sue parti, si divide in diciannove parti eguali; se ne danno quattro al piedestallo, dodici alla colonna, e tre al corni-

cione, cioè che il piedestallo è il terzo, ed il cornicione il quarto della colonna.

Stabilita l'altezza della colonna, quando si è determinato l'ordine che si vuol' elevare, se questo è toscano, bisogna dividere quest'altezza in sette parti eguali, se è dorico in otto, se ionico in nove, infine se è ordine corinto, o composito in dieci, e ciascuna di queste sette, otto, nove, o dieci parti darà il diametro della colonna che si vuol' elevare. Ottenuto il diamestro si divide questo in due parti uguali, ciascuna delle quali si chiama modulo: il modulo si divide pe' due primi ordini in dodici parti, pei tre ultimi in diciotto parti; ciascuna di queste parti si chiamano parti di modulo.

Il sistema più generale di rastremare le colonne è quello che comincia al terzo inferiore del fusto, sino al sommo scapo, vale a dire restando cilindrico il primo terzo, e rastremando gli altri due. Le colonne si rastremano meno a misura che sono più grandi, giacchè le grandissime sembrano rastremate a causa della loro altezza medesima.

Ordine toscano.

Tutti i membri di quest'ordine hanno un carattere di robustezza, la sua colonna è alta sette volte il suo diametro, e come precedentemente abbiamo detto, la metà di questo diametro è il modulo che deve formare la scala, mediante la quale l'ordine si disegna.

Ordine dorico.

L'ordine dorico porta con sé un carattere di virilità, esso è l'ordine per eccellenza. Il fregio dell'ordine dorico comprende i triglifi d'un modulo di larghezza; debbono essere situati a piombo delle colonne, ed essere lontani gli uni dagli altri per l'intervallo d'una metopa, che è eguale all'altezza del fregio. Il fusto della colonna qualche volta è ornato di scanalature.

Ordine ionico.

Quest'ordine si chiama anche medio, come medio tra il dorico ed il corinto, sono le volute dal suo capitello, che maggiormente lo distinguono dagli altri ordini. La sua colonna ha nove diametri di altezza.

Ordine corinto.

L'ordine corinto porta con esso un carattere di delicatezza e di eleganza, tutte le sue parti sono suscettibili della più grande ricchezza, la sua colonna è alta dieci volte il suo diametro.

Ordine composito.

L'ordine composito a ragione così chiamato, perchè in effetti non è che il composto de' due precedenti, è di una eleganza media tra essi due, così tutt' i suoi membri partecipano del medio ionico, e dell'elegante corinto. Quest'ordine fu composto da' Romani, quando innalzarono un arco di trionfo all'onore dell'imperadore Tito, dopo la conquista di Gerusalemme.

Per la distanza da assegnare alle colonne, bisogna riflettere che più esse sono massicce più debbono essere distanti tra loro; più sono eleganti e svelte e più debbono essere vicine; il meno spazio da assegnare agli intercolonnj è di cinque moduli, da asse ad asse per l'ordine corinto, e di otto pel toscano. Gli ordini dorico e ionico avranno una relativa larghezza.

INDICE DELLE MATERIE



CAPO I. —	Conoscenza de' materiali e modo di adoperarli pag.	3
	Lezione I. delle pietre in generale	ivi
	Lezione II. de' mattoni	5
	Lezione III. qualità della calce e modo di spe- gnerla	6
	Lezione IV. qualità della sabbia, della pozzolana e del gesso	7
	Lezione V. della malta	10
	Lezione VI. de' legnami e del modo di adoperarli.	13
	Lezione VII. del ferro	17
CAPO II. —	Delle fondazioni	23
	Lezione I. delle fondazioni ingenerale.	ivi
	Lezione II. fondazioni sopra sabbie penetrate dall'acqua	23
	Lezione III. fondazioni sopra l'argilla.	24
	Lezione IV. Fondazioni sopra un buon terreno .	25
	Lezione V. fondazioni su la roccia, o sopra mas- se di cava	ivi
	Lezione VI. delle fondazioni in acqua.	26
CAPO III. —	Costruzioni murati.	30
	Lezione I. della stabilità relativa ai muri . . .	ivi
	Lezione II. delle costruzioni in pietre da taglio .	32
	Lezione III. de' muri in pietre di tufo e di mat- toni	35
	Lezione IV. de' rivestimenti in pietre da taglio .	37
	Lezione V. de' profili de' muri di rivestimento per sostegno de' terrapieni.	33

	Lezione VI. de'lastrici a cielo ed intersuoli . . .	39
	Lezione VII. delle cloache . . .	41
CAPO IV. —	Intonachi e stucchi . . .	ivi
	Lezione I. degli intonachi in malta di calce . .	ivi
	Lezione II. degli stucchi . . .	44
CAPO V. —	Delle volte . . .	48
	Lezione I. delle curve che possono servire alla superficie interna delle volte. . .	ivi
	Lezione II. delle volte acute, e delle volte sem- plici . . .	54
CAPO VI. —	Delle volte composte . . .	57
CAPO VII. —	Della materiale struttura e degli armamenti delle volte. . .	61
CAPO VIII. —	Maniera di fare le volte delle cave senza pietre e senza malta. . .	72
CAPO IX. —	Delle volte in piano e de'soffitti . . .	73
CAPO X. —	Della spinta delle volte . . .	80
CAPO XI. —	Delle strade . . .	84
CAPO XII. —	Della puntellatura, delle catene, de' tiranti e delle fasce . . .	88
CAPO XIII. —	De' coperti delle fabbriche . . .	90
	Lezione I. delle coperture di tegole . . .	ivi
	Lezione II. delle coperture di rame, di piombo e di zinco . . .	93
CAPO XIV. —	Degli ordini . . .	96

ERRORI

CORREZIONI

Pag. 11 verso 7 molto,
 » » 12 » » 5 fisse
 » » 16 » » 28 troppo ci al-
 lontaneremmo da' limiti dall'as-
 sunto propostoci
 Pag. 22 verso 2 perte
 » » 29 » » 12 periccolosi
 » » 31 » » 13 'TXV

malta
 fissa
 troppo ci allontaneremmo dal-
 l'assunto propostoci
 parte
 periccolosi
 FHV

VAl
 1531466

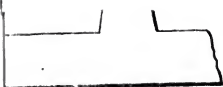


Fig. 4.

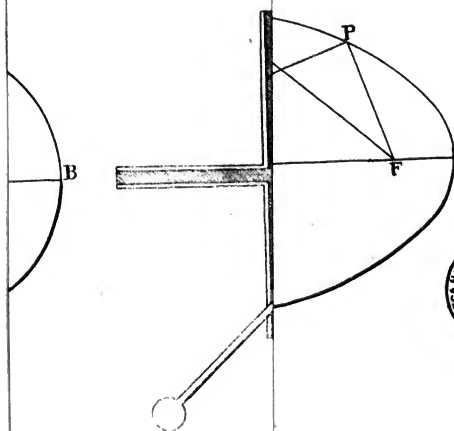
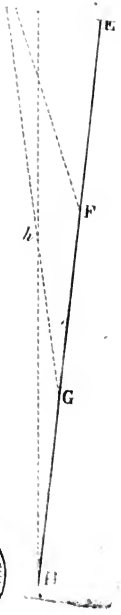
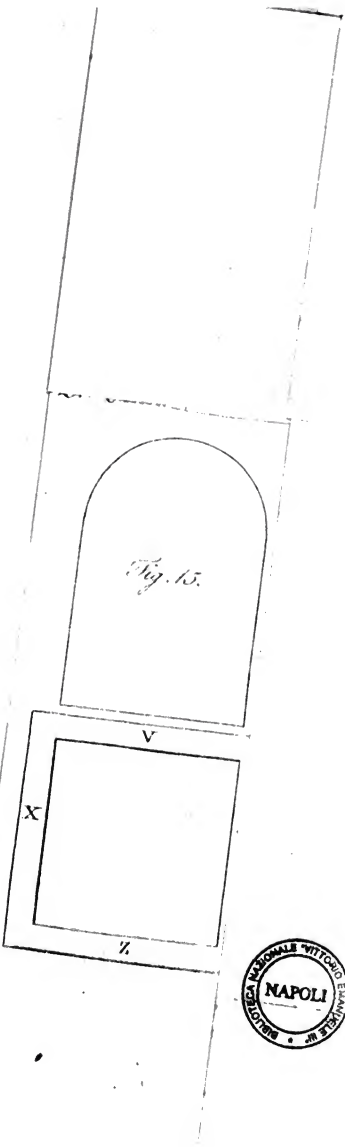
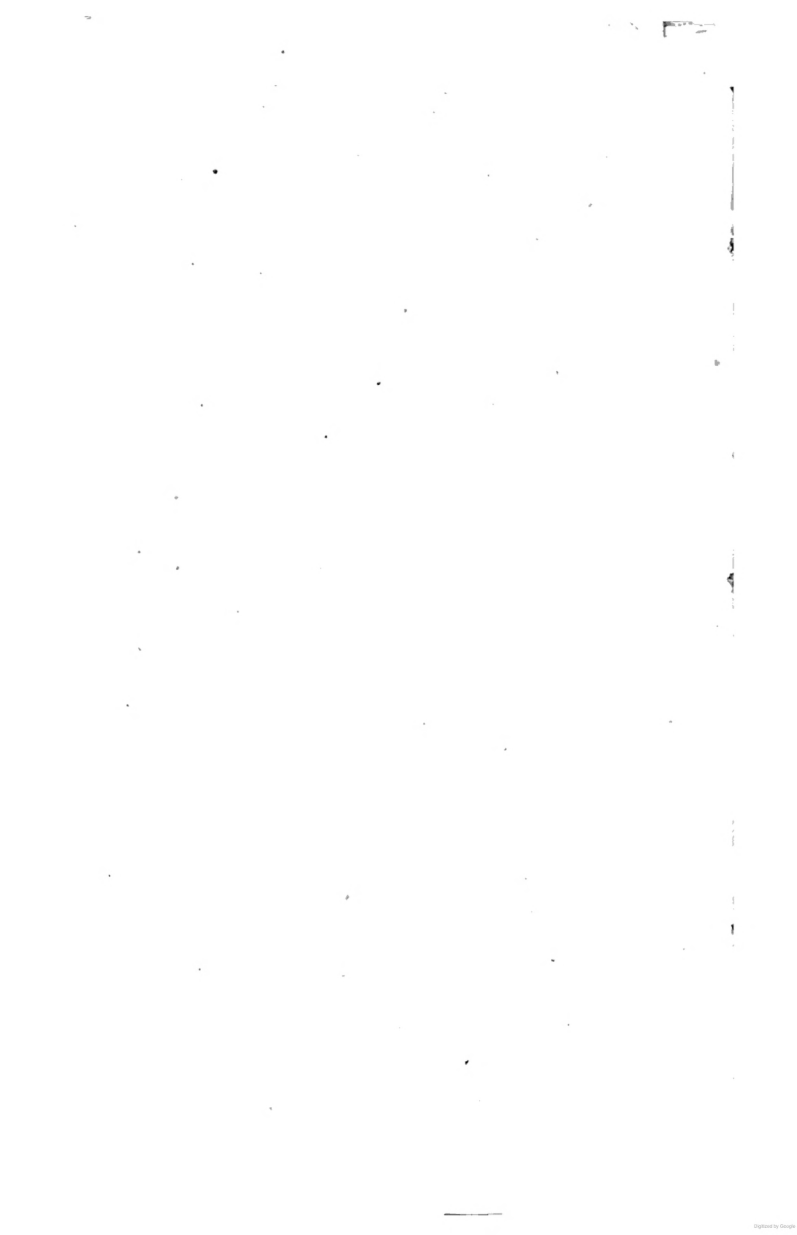


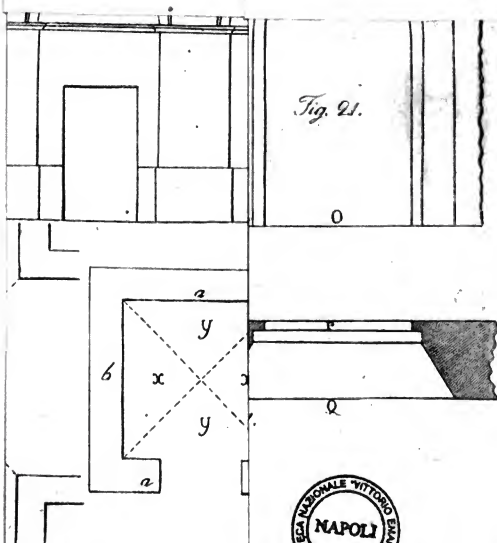
Fig. 7.

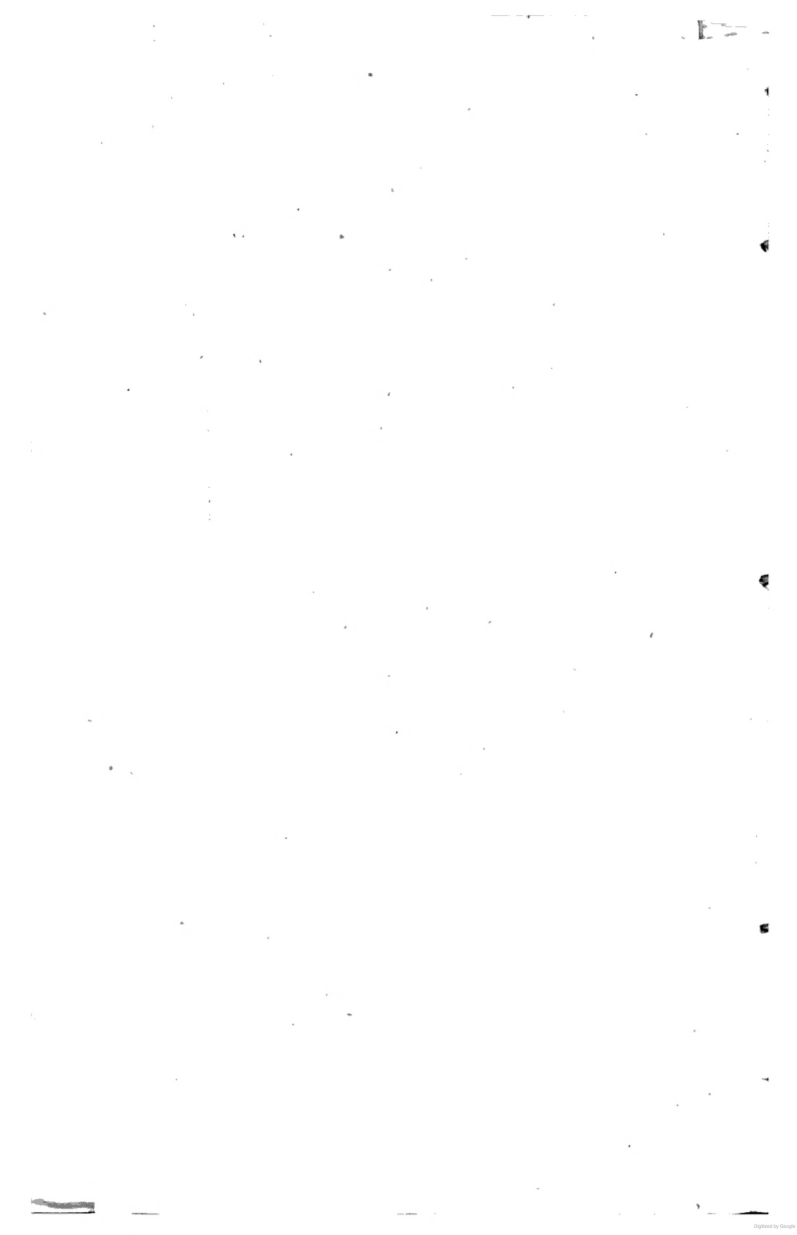


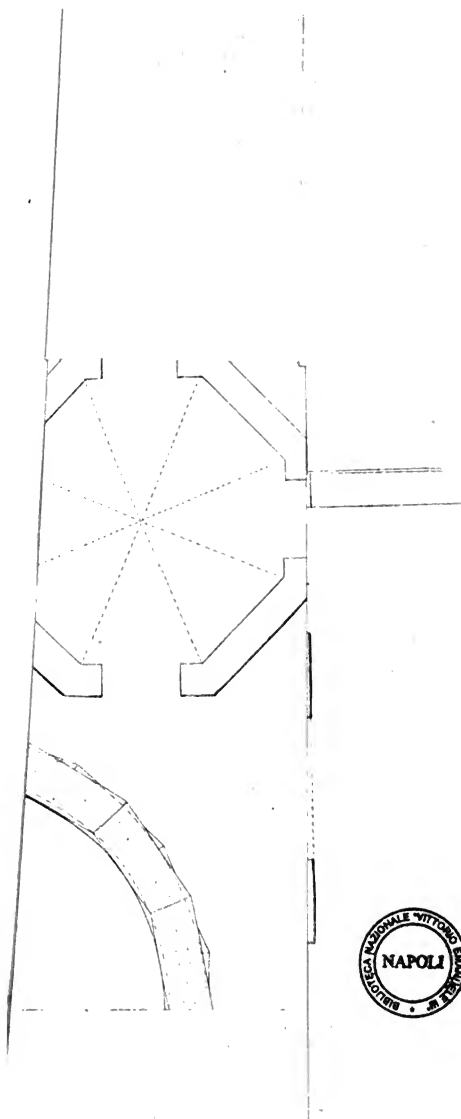


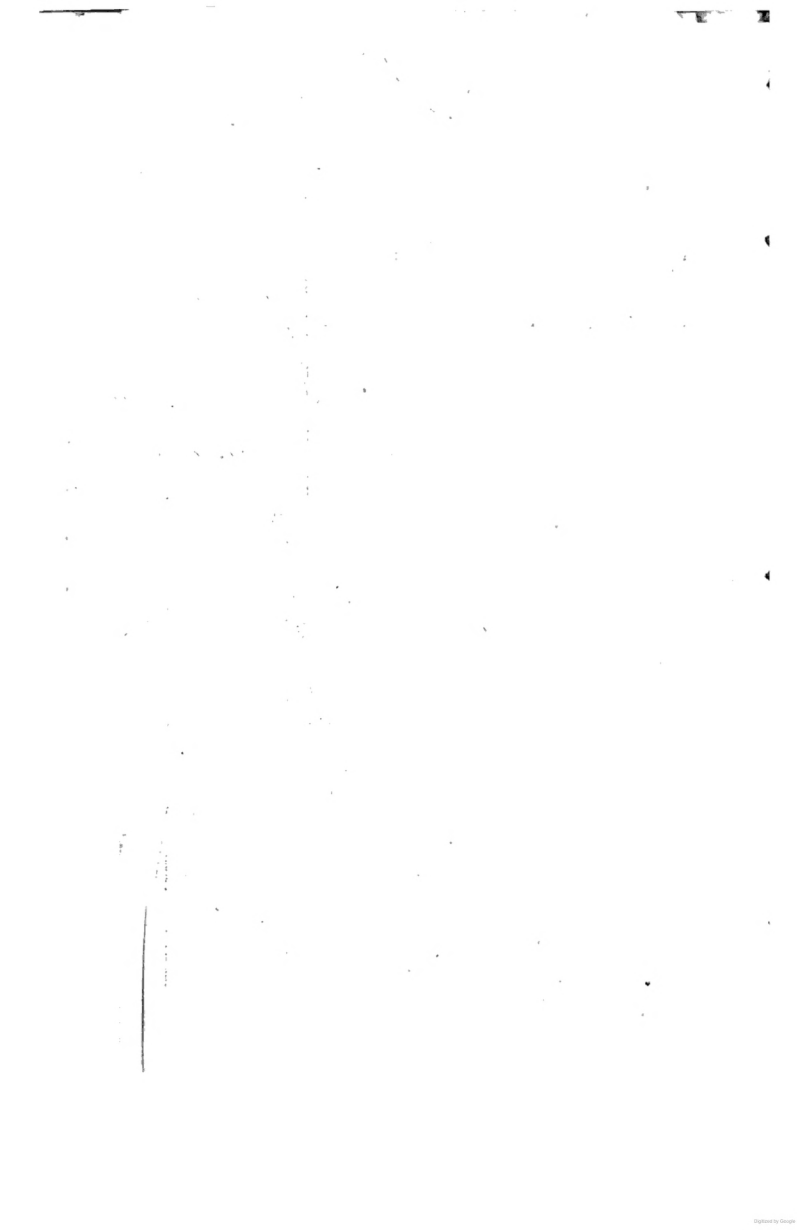












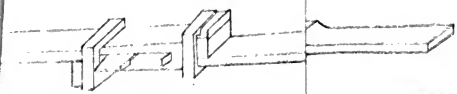
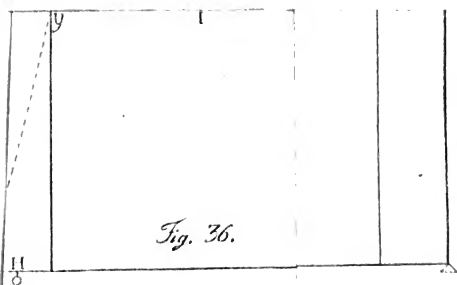
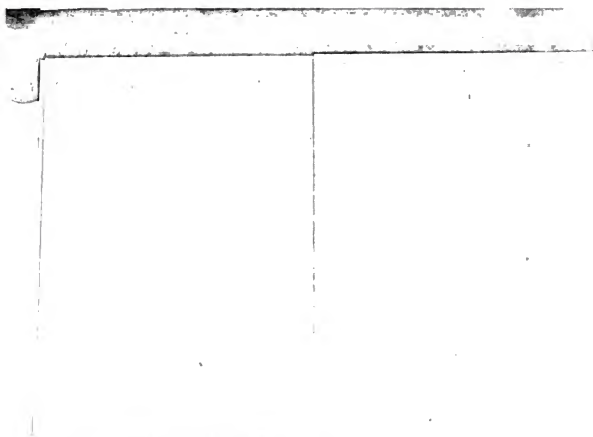


Fig. 39.



